

I. Ueber das Sättigungsvermögen der Borsäure;  
von J. J. Berzelius,(Kongl. Vetensk. Acad. Handl. f. 1834) <sup>1)</sup>.

Bekanntlich drücken wir im Allgemeinen das Sättigungsvermögen einer Säure durch die Sauerstoffmenge aus, die in einer Base enthalten ist, welche von 100 Theilen wasserfreier Säure zu einem neutralen Salze gesättigt wird. Wenn es sich um die stärkeren Säuren handelt, und besonders wenn die Base zugleich eine der kräftigeren ist, hält es nicht schwer zu sagen, was ein neutrales Salz sey. Sind stärkere Säuren mit schwächeren Basen vereinigt, so betrachtet man die Verbindung als neutral, wenn der Sauerstoff in der Base sich zum Sauerstoff in der Säure verhält wie in dem Natron- oder Kalisalz dieser Säure, ohne Rücksicht darauf zu nehmen, ob die Reactionen der Verbindung fortwährend zeigen, daß die Säure darin nicht so neutralisirt ist wie in dem mit dem Alkali hervorgebrachten Salze. Auch hier ist die Frage, was ein neutrales Salz sey, nicht zweideutig; besonders wenn sich daneben, bei Betrachtung der Zusammensetzung des Salzes nach den Ansichten der Atomentheorie, ein ganz einfaches Zahlenverhältniß ergibt, das nämlich: daß die Base für jedes in ihr enthaltene Atom Sauerstoff ein Atom Säure aufnimmt, und folglich, wenn die Base ein Atom Sauerstoff enthält, mit einem Atom Säure ein neutrales Salz giebt. Wenn aber eine Säure schwach ist, wenn ihre Atomen-Zusammensetzung noch auszumitteln bleibt, so werden diese Verhältnisse verwickelter.

1) Eine vorläufige Notiz von dieser Arbeit wurde bereits in Bd. XXXIII S. 98 dies. Annal. mitgetheilt.

Die Salze der Kohlensäure mit Baryterde und Kalkerde reagiren, ungeachtet sie nicht ganz unlöslich in Wasser sind, nicht alkalisch, wenn der Sauerstoff der Säure das Zweifache des der Base ist, und, wenn man die Atomen-Zusammensetzung der Kohlensäure als gegeben betrachtet, bestehen sie aus 1 Atom Säure und 1 Atom Basis, lassen sich also als neutral ansehen. Das ihnen proportionale Kali- und Natronsalz wird deshalb auch für neutral gehalten, ungeachtet es stark alkalisch schmeckt und reagirt, und die Bicarbonate werden zu den Salzen mit Ueberschufs an Säure gerechnet, wiewohl auch sie alkalisch reagiren. Die Bicarbonate der alkalischen Erden existiren nur in aufgelöster Form, aber diese reagiren sauer. Hieraus ersieht man deutlich, wie unbestimmt der Begriff von Neutralität wäre, wenn er von dem Verhalten gegen die Pflanzensäure hergenommen würde.

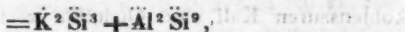
Aus dem Vorhergehenden ist also klar, dafs wenn das Atomengewicht einer Säure gegeben ist, dasselbe auch mit dem Sättigungsvermögen der Fall ist, und umgekehrt; allein andererseits folgt daraus, dafs wenn eine Säure keine so starke Verwandtschaft zu Basen, besonders zu den alkalischen, besitzt, um mit ihnen bestimmte neutrale Verbindungen zu geben, das Sättigungsvermögen derselben sich nur aus deren Atomgewicht bestimmen läfst, sofern dieses anderweitig als im Zusammenhang mit dem Sättigungsvermögen gefunden werden kann, sonst werden beide unsicher und lassen sich nur vermuthungsweise mit gröfserer oder geringerer Wahrscheinlichkeit festsetzen. Diefs letztere ist der Fall mit der Bor- und Kieselsäure gewesen.

Die Radikale beider Säuren gehen mit dem Fluor Verbindungen ein, welche sich nur in einem bestimmten Verhältnisse mit anderen Fluorüren vereinigen, und diefs Verhältnifs sollte man bei einer Atomen-Berechnung der Sauerstoff-Verbindungen zum Grunde legen können, zumal man weifs, dafs Wasser sie auf eine solche

Weise zerlegt, daß die Radikale oxydirt werden und das Fluor auf Kosten des Wassers sich mit Wasserstoff verbindet.

Nimmt man z. B. an, das Fluorsiliciumkalium sey nach dem einfachsten Atomen-Verhältnisse seiner Elemente zusammengesetzt, so würde man die Zusammensetzung durch die Formel:  $KF + SiF^2$  ausdrücken können, in welcher das Atom des Kiesels anderthalb Mal so schwer angenommen ist, als wir es gewöhnlich berechnen, und die Kieselerde bestände dann aus 1 Atome Kiesel und 2 Atomen Sauerstoff.

Ueberträgt man diese Berechnung auf die allgemeinste der auf unsern Erdkörper vorkommenden chemischen Verbindungen, nämlich den Feldspath, so würde das Atomenverhältniß der Bestandtheile desselben werden:



d. h. das Thonerdesilicat im Feldspath würde bestehen aus 2 Atomen Basis und 9 Atomen Säure; dieß ist unter den bisher aufgefundenen Verbindungsweisen niemals vorgekommen, und kann folglich, wegen seiner geringen Wahrscheinlichkeit, als Beweis betrachtet werden, daß die Elemente in den Kieselfluorverbindungen nicht in dem, von der angeführten Formel vorausgesetzten einfachen Verhältnisse zusammengepaart seyn können. Wie diese zusammengesetzt angesehen werden, wenn die Kieselerde  $= \text{Si}$  angenommen wird, ist bekannt.

Wollte man darauf bestehen, dasjenige Verhältniß bei den Sauerstoff- und Fluorverbindungen, welches bei beiden die relativ einfachste Zahl liefert, als das richtige anzusehen, so würde die Kieselerde aus einem Atom von jedem Elemente bestehen, und der Fluorkiesel ein Atom Kiesel auf ein Doppelatom Fluor enthalten. Dabei würde es aber eben so ungewöhnlich, daß 1 Atom Fluorkalium 2 Atome Fluorkiesel aufnehmen soll; auch würde beim Feldspath, wo das Atom Kali mit 3 und das der Thonerde mit 9 Atomen Kieselsäure vereinigt wäre, eine

Verbindungsweise eintreten, die nicht ihres Gleichen hat. Hier stehen wir also immer in Ungewissheit.

Beim Bor ist dagegen das Verhältniß ganz umgekehrt. Die Zusammensetzung der Borfluorverbindungen giebt den wahrscheinlichsten Typus für die der Borate; als man aber versuchte sie anzuwenden, war nicht eine einzige Verbindung bekannt, welche man mit Sicherheit so zusammengesetzt annehmen konnte, daß der Sauerstoff in der Base ein Drittel von dem in der Säure wäre. Dagegen schienen alle Versuche anzudeuten, daß die dem Borax proportionalen Salze, in denen der Sauerstoff der Säure das Sechsfache des der Base ist, sich vorzugsweise bilden würden. Zwar hat Arfvedson <sup>1)</sup> gefunden, daß beim Zusammenschmelzen von wasserfreier Borsäure mit einem Ueberschuß von wasserfreiem kohlen sauren Kali eine Quantität Kohlensäure fortgeht, deren Sauerstoff zum Sauerstoff der Borsäure (welcher bei Arfvedson's Arbeit noch nicht mit Sicherheit bestimmt war, weshalb auch der Versuch zu keinem Resultate führte) wie 2:3 ist; allein als er statt des Kalis kohlen saures Natron anwandte, ging die Hälfte mehr Kohlensäure fort. Bei den Versuchen, welche Arfvedson anstellte, um mehrere Verbindungen von Ammoniak mit Borsäure darzustellen, erhielt er dieselben von solcher Zusammensetzung, daß die Säure 4, 6 und 12 Mal so viel Sauerstoff als die Base enthielt (angenommen diese wäre  $\text{NH}^4$  oder Ammoniumoxyd).

Als ich später aus diesen Versuchen die Atom-Zusammensetzung der Borsäure herleiten wollte, glaubte ich, der Versuch führe zu der Vermuthung, die Säure bestehe aus 1 At. Bor und 6 At. Sauerstoff <sup>2)</sup>. Nachdem indeß die Erfahrungen über die Verhältnisse, in welchen einfache Körper sich mit einander verbinden, sich allmäh-

1) *Kongl. Vet. Acad. Handl. f.* 1824, p. 83. (Ann. Bd. II S. 130.)

2) *Ibid. p.* 89. (Ann. Bd. II S. 136.)



lig immer fort vermehrt hatten, wurde eine so große Anzahl Sauerstoffatome, verbunden mit Einem Atome eines einfachen Radikals, weniger wahrscheinlich, und wirklich sind jetzt 7 Atome Sauerstoff gegen 2 Atome eines einfachen Radikals bei den unorganischen Verbindungen das höchste bekannte Verhältniß zwischen den Atomen des Sauerstoffs und eines Radikals. In Betracht hievon nahm ich an, die Borsäure enthalte 2 Atome Radikal und 6 Atome Sauerstoff, und fand diese Vorstellung um so weniger unpassend, als wir Säuren haben, die aus 2 Atomen Radikal mit 5 und 7 Atomen Sauerstoff zusammengesetzt sind. Ungeachtet diese Ansicht Beifall fand, so ist sie doch von Andern als eine unbegründete dargestellt worden. Man übersah dabei mein Bemühen, die Annahme des Verhältnisses nicht über das durch die Erfahrung bestätigte auszudehnen, kraft dessen ich glaubte, für das Atomgewicht der Borsäure keine Menge annehmen zu dürfen; in welcher es nicht bekannt war, daß sie mit Basen verbunden werden könnte.

Indefs haben sich späterhin andere Verhältnisse gezeigt. Heinrich Rose fand <sup>1)</sup>, daß in dem aus einer Boraxlösung mit salpetersaurem Silberoxyd gefällten Salz die Borsäure drei Mal so viel Sauerstoff, als das Silberoxyd enthält. Eben so fand Wöhler, daß aus einem Gemenge von Borax und schwefelsaurer Talkerde unter gewissen Umständen eine ähnlich zusammengesetzte borsäure Talkerde herauskrystallisirt <sup>2)</sup>. Meine eigenen Untersuchungen der tellursauren Salze, bei denen es gelang, das Atomgewicht der Tellursäure unabhängig von dem Sättigungsvermögen derselben zu bestimmen, zeigten ein sehr analoges Verhältniß, wie bei der Borsäure. Es bildeten sich nämlich vorzugsweise Bi- und Quadritellurate, die dennoch, falls die Base ein Alkali war, alka-

1) Poggendorff's Annalen, Bd. XIX S. 153.

2) Ebendasselbst, Bd. XXVIII S. 525.

lisch reagirten, und die Verbindungen, welche, in der oben angeführten Bedeutung *neutral* waren, ließen sich nur mit besonderen Handgriffen darstellen. Diefes erregte bei mir die Vermuthung, daß neutrale Borate nur deshalb seither unbekannt gewesen seyen, weil man sie darzustellen nicht versucht habe.

In den zuvor erwähnten Versuchen war es mir nicht geglückt, ein diesem Sättigungsgrad entsprechendes Ammoniaksalz darzustellen. Diefes beweist jedoch nicht viel, denn ein dem kohlsauren Kalk proportionales Salz von Kohlensäure und Ammoniak hat auch noch nicht in fester Gestalt erhalten werden können. Diese Verbindung brauchte nur zerfließlich zu seyn, um niemals auf nassem Wege erhalten werden zu können. Daß es dagegen eine solche Verbindung mit Kali giebt, haben die Versuche von Arfvedson gezeigt, wiewohl derselbe nicht gesucht hat, sie ungemengt zu erhalten.

Was das Natronsalz betrifft, so habe ich dabei eine andere Methode befolgt als Arfvedson. Ich löste Borax und kohlsaures Natron zusammen in Wasser, und kochte das Gemenge in einem Gefäße, das mit einer in Kalkwasser geleiteten Gasentwicklungsröhre versehen war. Schon von den ersten Dämpfen begann das Kalkwasser getrübt zu werden, und dies dauerte so lange als das Kochen, welches eine Stunde fortgesetzt wurde, ab und zu unter Auffangung der Dämpfe in Kalkwasser. Nach diesem Verhalten scheint man berechtigt, den Borax als ein Biborat anzusehen. Darauf mengte ich krystallisirten Borax und wasserfreies kohlsaures Natron gepulvert zu gleichen Atomgewichten in einem wohl gewogenen Platintiegel und erhitzte die Masse, wobei sie sehr stark aufschwoll; als sie endlich ihr Volum nicht mehr vergrößerte, setzte ich den Tiegel in einen anderen größeren, legte den Deckel darauf, und erhitzte ihn bis zu der Schmelztemperatur des Silbers. Die Masse hatte genau eben so viel verloren, als zusammen das Wasser

des Boraxes und die Kohlensäure des Natrons betrug. Beim Oeffnen des Tiegels fand sich das Salz zwar etwas zusammengefallen, allein ohne alle Anzeigen von Schmelzung, wodurch es sich bestimmt vom Borax unterscheidet, da dieser beim Glühen flüssig wird. Das Salz wurde mit Wasser übergossen, welches es löste und sich dabei erhitze. Die Lösung wurde durch Wärme unterstützt. Sie wurde in einem gegen den Luftzutritt hermetisch verschlossenen Gefäße langsam erkalten gelassen, und schloß dabei in großen, durchsichtigen und regelmässigen Krystallen an. Mehrere derselben, welche sich nicht gruppirten hatten, bildeten schiefe vierseitige Prismen, mit schief abgeschnittenen Enden. Die Winkel, mit Hat'y's Goniometer, ohne Anspruch auf große Genauigkeit bestimmt, betrugen  $70^\circ$  und  $110^\circ$ , und die schiefe Endfläche des Prismas machte gegen dieselben ungefähr gleiche Winkel.

Dieses Salz hat folgende Eigenschaften. Es schmeckt ätzend alkalisch, und beschlägt ziemlich schnell an der Luft, wobei die Krystalle durch die Kohlensäure der Luft auf ihrer Oberfläche in ein Gemenge von Carbonat und Biborat verwandelt werden; doch dauert es lange ehe diese Veränderung den Krystall ganz durchdringt. Es schmilzt bei  $+57^\circ$  C. in seinem Krystallwasser, gesteht aber nicht beim Erkalten; erst nach längerer Zeit schiefst das Salz an und dann oft durch und durch, wobei es obenauf eine dünne Schicht einer wasserhaltigen Flüssigkeit zurückläßt. Ein Theil des Salzes wurde in seinem Krystallwasser geschmolzen und in einer verkorkten Flasche stehen gelassen. Es schloß beim Erkalten nicht an, und es wurde mehrere Tage einer Temperatur von  $0^\circ$  ausgesetzt, ehe sich Krystalle zeigten. Diese vermehrten sich langsam, und als sie ein Viertel der Masse ausmachten, goß ich die Flüssigkeit ab und trocknete die Krystalle auf Fließpapier, um deren Wassergehalt zu untersuchen. Löst man das Salz anfangs nur in der Menge Wasser, welche es zu seinem Krystallwasser

erfordert, so schießt es viel schwerer an. Wenn das in seinem Krystallwasser geschmolzene Salz stärker erhitzt wird, so kommt es in's Kochen, gesteht endlich und fängt an aufzuschwellen, wobei es sich weit mehr aufbläht als der Borax, weil es sich nach Verlust seines sämtlichen Wassers nicht mehr in der gewöhnlichen Glühhitze schmelzen läßt. Die schaumige Masse, welche nach dem Erkalten zurückbleibt, zerfällt zwischen den Fingern leicht zu Pulver und kohlen säuert sich sehr schnell an der Luft.

1,046 Grm. auserlesener Krystalle dieses Salzes, über Schwefelsäure von anhängender Feuchtigkeit befreit, hinterließen nach vollem Glühen 0,502 Grm. wasserfreien Salzes und verloren 0,542 Wasser, entsprechend 8 Atomen Wasser, so daß die Zusammensetzung des Salzes durch  $\text{NaB} + 8\text{H}$  ausgedrückt werden kann. 4,098 Grm. von den aus dem krystallisirten und sodann geschmolzenen Salze angeschossenen Krystallen gaben 2,26 Grm. geglühten Salzes, was einen Wassergehalt von 6 Atomen anzeigt. 8 Atome machen 52,11 Procent und 6 Atome 44,832 Procent Krystallwasser.

Das *Kalisalz* erhält man, wenn abgewogene Mengen von Borsäure und kohlen saurem Kali wohl gemengt und erhitzt werden. Es schmilzt in strenger Weißglühhitze. Es löst sich in sehr wenig Wasser und kann daraus schwerlich in regelmäßigen Krystallen erhalten werden. Es kohlen säuert sich an der Luft, und verhält sich ganz wie das vorhergehende.

Auflösungen dieser Salze, zu neutralen Auflösungen von Erd- und Metalloxydsalzen gesetzt, erzeugen andere Borate von demselben Sättigungsgrad. Was man dabei vielleicht nicht vermuthen würde, ist, daß die Borate der alkalischen Erden auf diesem Punkt nicht unbedeutend löslich sind in Wasser, so daß der anfangs entstandene Niederschlag sich wieder auflöst, bis ganz viel von dem

Borate hinzugesetzt worden ist. In der Wärme löst sich noch mehr als in der gewöhnlichen Temperatur.

Aus dem Angeführten folgt, daß die Borsäure eine Klasse von Salzen liefert, in welchen die Säure drei Mal so viel Sauerstoff enthält als die Basis, in welchen folglich 1 Atom Säure als verbunden mit 1 Atom Basis von 1 Atom Sauerstoffgehalt angesehen werden kann. Nach dem oben festgestellten Begriff von Neutralsalzen müssen wir diese Salze als neutrale Borate betrachten, den Borax als ein Biborat, und die Salze, worin die Säure 12 Mal so viel Sauerstoff als die Basis enthält, als Quadriborate.

Die Zusammensetzung des *Boracits*, so wie sie durch Arfvedson's Versuche bestimmt worden <sup>1)</sup>, nämlich 30,3 Talkerde und 69,7 Borsäure, wobei der Sauerstoff der Säure das Vierfache des der Base ist, bietet ein für eine Säure mit drei Atomen Sauerstoff minder gewöhnliches Verhalten dar. Diese Zusammensetzung, ausgedrückt durch die Formel  $\text{Mg}^3\text{B}^4$ , ist zwar nicht ganz ohne Beispiel; allein so lange solche Verhältnisse selten sind, müssen sie verdächtig seyn. Es ist nicht das Resultat der Analyse, welches ich in Frage stelle, da dasselbe schwerlich mit einem etwas großen Fehler behaftet seyn kann, sondern die in obiger Formel ausgedrückte Vorstellung über die Verbindungsweise. Die doppelten elektrischen Axen der Verbindung und ihre unsymmetrischen Abstumpungsflächen könnten möglicherweise auf einer Verbindung wie diese:  $\text{MgB}^2 + 2\text{MgB}$  beruhen. Doch liegt dies jenseits einer Gränze, welche die Erfahrung noch nicht zu übersteigen vermocht hat.

1) *Kongl. Vetensk. Acad. Handl. f. 1822, p. 92.*

## II. Ueber einige Stickstoffverbindungen:

von Justus Liebig.

Die nachfolgende Abhandlung umfasst eine Reihe von neuen Verbindungen, deren Entstehung eben so sonderbar und merkwürdig ist, als ihr Verhalten und ihre Eigenschaften. Diese Verbindungen enthalten die Elemente der organischen Körper; sie haben in Beziehung auf ihre Veränderungen und Zersetzungen mit keiner Klasse eine größere Aehnlichkeit, als mit der Klasse der thierischen Substanzen.

Die Untersuchung und Beschreibung fertig gebildeter organischer Verbindungen, so wichtig sie auch an und für sich ist, kann über die Gesetze, nach welchen Veränderungen und Zersetzungen in der organischen Natur vor sich gehen, wenig Aufschluss geben; wir müssen hauptsächlich diese Verwandlungen zu erforschen suchen, und in dieser Beziehung kann in der organischen Chemie nur der analytische Weg zum Ziele führen.

Wir sind in diesem Theile der Chemie noch weit von dem scharf begränzten Standpunkte der anorganischen entfernt; jeder neue Körper findet in letzterer seinen Platz, seine Entdeckung ist die Geschichte seiner Verbindungen. Mit der einfachen Thatsache von der Natur des Broms kannte man alle Verbindungen die es einging. Aber auch die organischen Körper, so mannigfaltig sie seyn mögen, stehen zu einander ebenfalls in festen und begränzten Beziehungen, sie sind Glieder einer und derselben Kette, von welcher wir bis jetzt nur hier und da eine kleine Strecke verfolgen konnten. Jede neue Beobachtung, jeder neue Versuch, welche Anomalien er auch darbieten mag, giebt aber immer neue Anhaltspunkte zur Entwicklung dieses Zusammenhanges ab. Das Oxamid, früher eine isolirt

stehende Thatsache, ist zu einem Glied in einer consequenten Reihe von Erscheinungen geworden; die Zersetzung einiger Salze auf trockenem Wege hat über die trockne Destillation ganz befriedigende Aufschlüsse gegeben. Auf diese Weise werden nach und nach alle Erscheinungen in den Verbindungen und Verhältnissen der organischen Körper, jeder von diesen Körpern wird seinen Platz in dem Systeme finden.

Der Weg zu organischen Untersuchungen kann kein anderer als der analytische seyn; nur die Elementaranalyse kann dem Gange Sicherheit, kann den Folgerungen und Schlüssen Festigkeit geben. Ich will keineswegs dem Werth der qualitativen Untersuchung entgegenreten; allein diese vermehrt die Masse unserer Kenntnisse, ohne ihrem Gehalt das Geringste zuzusetzen; sie unterstützt unbestimmte Beobachtungen und läßt uns über das wahre Verhalten in Ungewißheit. Wir können durch Behandlung einer organischen Materie, der Galle z. B., mit den verschiedenartigsten Agentien eine Reihe von Körpern abscheiden, deren Anzahl und Eigenschaften mit der Natur der Substanzen, aus denen sie hervorgegangen sind, in augenscheinlichem Widerspruch stehen. Die Analyse allein kann hier entscheiden, welche von diesen Körpern Erzeugnisse der Stoffe sind, die man darauf einwirken liefs; sie beweist mit unumstößlicher Gewißheit, auf welche Weise Veränderungen vor sich gegangen sind, und welche Körper daran Antheil genommen haben.

Unsere Einsicht in die geheimnißvollen Processe der Ernährung etc. des thierischen Organismus wird eine ganz andere Bedeutung gewinnen, wenn, anstatt uns zu begnügen die in den verschiedensten Organen vorkommenden Stoffe in zahlreiche andere Verbindungen zu zerlegen, Verbindungen, deren Eigenschaften uns nichts lehren, wenn wir, ohne auf diese Eigenschaften Rücksicht zu nehmen, ihren Veränderungen und Verwandlungen Schritt vor Schritt durch die Elementaranalyse folgen.



Indem wir auf diese Weise von einem Ringe zum andern gelangen, nähern wir uns ohne Zweifel dem Punkte immer mehr, von welchem die Kette ausgeht, so unendlich weit er auch entfernt seyn mag; allein wir nähern uns.

Wir wissen, daß der Sauerstoff der Luft zu dem Blute bei dem Athmungsprocesse in einer bestimmten Beziehung steht; wir weisen die Veränderungen nach, welche die Luft erleidet, und beobachten die Erscheinungen, die in der Lunge vor sich gehen; wenn es aber der Chemie nicht gelingt, in dem thierischen Körper alle Veränderungen in den Organen und den damit in Wechselwirkung kommenden Stoffen zu verfolgen und Einsicht in dieselben zu erlangen, so lohnt es sich nicht der Mühe sich damit zu beschäftigen; so viel halte ich für gewiß: der Weg, den man zeither eingeschlagen hat, zersplittert die Kräfte, ohne reellen Gewinn zu bringen.

In den Versuchen, welche ich jetzt beschreiben will, habe ich die Veränderungen zu verfolgen gesucht, welchen ein ternär zusammengesetzter Körper unter gewissen Umständen unterliegt; ich habe diese Veränderungen rein analytisch behandelt, und in vielen anderen Beziehungen wird man deshalb die Versuche sehr unvollkommen finden. Dieser Körper ist das Schwefelcyan.

Die thierischen und vegetabilischen Körper sind ebenfalls ternär zusammengesetzte Atome, und wenn man auch unter diesen bis jetzt keine gefunden hat, die mit den folgenden in einer bestimmten Beziehung stehen, so ist auf der andern Seite vollkommen gewiß, daß die Modificationen und Zersetzungen, die sie durch die gewöhnlichen Reagenzien erfahren, auf dieselbe oder auf eine ähnliche Art vor sich gehen.

Wenn man durch eine Auflösung von Schwefelcyanalkalium einen Strom Chlorgas leitet, oder statt dessen mit verdünnter Salpetersäure kocht, so schlägt sich ein hochgelber pulvriger Körper nieder, dessen Zusammensetzung mit der des Radikals der Schwefelblausäure identisch ist;

ich habe ihn deshalb in einer früheren Arbeit als Schwefelcyan betrachtet.

In trockenem Zustande erhitzt, zerlegt sich dieses Schwefelcyan; man erhält eine beträchtliche Menge Schwefel und Schwefelkohlenstoff, und es bleibt eine citronengelbe pulvrige Substanz zurück, welche den Ausgangspunkt der folgenden Versuche bildet.

Dieser Körper ist schon vor mir von Berzelius bei Destillation des Schwefelcyanquecksilbers beobachtet worden; er bemerkte die Feuerbeständigkeit desselben, indem er fand, daß er weniger flüchtig sey als Zinnober.

Das Schwefelcyanquecksilber liefert die nämlichen Producte wie das Schwefelcyan, nur daß man, anstatt Schwefel, Schwefelquecksilber erhält. Es ist klar, da sonst kein anderes Product bei diesen Zersetzungen als Schwefel, Schwefelkohlenstoff und der gelbe Körper erhalten wird, daß letzterer reicher an Stickstoff seyn muß, als das Cyan, indem ein Theil seines Kohlenstoffs, mit Schwefel verbunden, weggeht.

In der That enthält dieser Körper, nachdem er bis zum Rothglühen erhitzt worden, keinen Schwefel; er ist im Wasser und allen indifferenten Flüssigkeiten unlöslich und wird davon nicht verändert.

Einer Temperatur ausgesetzt, bei welcher grünes Bouteillenglas weich wird, zerlegt er sich in reines Cyangas und Stickgas, und zwar werden von 4 Vol. des Gasgemenges 3 Vol. durch Kali absorbirt, während reines Stickgas zurückbleibt.

Wird er vermittelst Kupferoxyd verbrannt, so erhält man Kohlensäure und Stickgas im Verhältniß = 3:2.

Ueber seine Zusammensetzung kann man darnach nicht zweifelhaft seyn, der Art ihrer Bildung nach enthält diese Substanz nur Stickstoff und Kohlenstoff.

6 At. Kohlenstoff	453,622	39,36
-------------------	---------	-------

8 - Stickstoff	708,144	60,64
----------------	---------	-------

Die Entstehung dieses Körpers aus dem Schwefel-

cyan erklärt sich leicht; von 4 At. Schwefelcyan  $= 8C + 8N + 8S$  gehen 2 At. Schwefelkohlenstoff  $= 2C + 4S$  und 4 At. Schwefel (4S) hinweg, und es bleibt aller Stickstoff in Verbindung mit 6 Kohlenstoff zurück.

Wenn man diesen Körper, den ich *Melon* nennen will, in trockenem Chlorgas erhitzt, so entsteht eine weißse flüchtige Verbindung von starkem, die Augen heftig ergreifendem Geruch. Dieselbe Substanz scheint sich zu bilden, wenn man 2 Th. Quecksilberchlorid mit 1 Th. Schwefelcyankalium zusammen erhitzt, bei einer schwachen Erwärmung wirken beide unter Schmelzung heftig auf einander; es entsteht ein starkes Aufblähen unter Entwicklung von Schwefelkohlenstoff.

Mit Kalium erhitzt, verbindet sich das Melon damit unter Feuererscheinung; es entsteht eine leicht schmelzbare durchsichtige Masse; sie ist in Wasser auflöslich, die Auflösung besitzt einen bittermandelartigen Geschmack, enthält aber keine Spur kleeaurer oder einer Cyanverbindung, sie bringt in Metallsalzen Niederschläge, welche aber keine Aehnlichkeit mit Cyanverbindungen haben, hervor. Die Auflösung selbst wird bei Zusatz von Säuren zerlegt, und es wird ein weißer Körper in voluminösen Flocken niedergeschlagen, der in einem Ueberschusse von Alkali leicht löslich ist.

Bei Verbindung des Melons mit Kalium bemerkt man einen schwachen Ammoniakgeruch, dessen Entstehung ohne Zweifel von dem Wasserstoff einer kleinen Quantität Steinöl herrührt, von dem das Kalium nicht befreit werden kann.

Wie die eben erwähnten Eigenschaften zeigen, besitzt das Melon mit keiner Klasse von Körpern eine größere Aehnlichkeit als mit der Klasse, die wir Radikale nennen.

Ich habe gesucht mir größere Mengen dieser Substanz durch Zerlegung von Schwefelcyankalium mittelst Chlör auf trockenem Wege zu verschaffen. Die Producte

dieser Zersetzung sind aus einer früheren Arbeit<sup>1)</sup> schon bekannt. Wenn man Schwefelcyankalium in trockenem Chlorgas über seinen Schmelzpunkt erhitzt, so geht bei einem gewissen Zeitpunkte eine heftige Zersetzung vor sich; es erhebt sich ein dicker röthler Dampf, der sich in rothen nicht krystallinischen Blättchen an die Wände der Retorte anlegt, dabei erzeugt sich Chlorschwefel und das von Serullas entdeckte, bei gewöhnlicher Temperatur feste Chlorcyan.

Bei gelindem Erwärmen in Chlorgas, besonders wenn die Wärme nicht über den Schmelzpunkt des Schwefelcyankaliums getrieben wird, destillirt im Anfang Chlorschwefel, begleitet von einer anderen Verbindung, ab, und zuletzt bemerkt man Chloreyan, das sich im Halse der Retorte in langen Nadeln anlegt.

Der Rückstand in der Retorte hinterläßt, nachdem man das entstandene Chlorkalium durch Waschen entfernt hat, eine hellgelbe, in trockenem Zustande leichte und pulvrige Substanz, die nach dem Glühen in ihrem Verhalten und ihren Eigenschaften mit dem Melon identisch ist.

Mit Aetzkallilauge erhitzt, löst sich das Melon langsam und mit beständiger Ammoniakentwicklung auf; noch während dem Kochen, reichlicher beim Erkalten, sieht man in der Flüssigkeit eine Menge langer, seidenartiger, durchsichtiger Krystalle entstehen, zu welchen zuletzt die ganze Masse erstarrt. Wie die Entwicklung von Ammoniak schon andeutet, muß die Substanz, welche hier mit dem Kali eine Verbindung eingegangen ist, weniger Stickstoff enthalten als das Melon selbst; sie kann keine Oxydationsstufe desselben seyn. In Salpetersäure löst sich das Melon ebenfalls auf; man bemerkt beim Kochen ein beständiges Aufbrausen, ohne Entwicklung von Salpetergas oder nur einer geringen Menge. Aus der sehr sauren Flüssigkeit, welche Ammoniak enthält, krystallisirt

1) Poggendorff's Annalen, Bd. XV S. 445.

in langen Nadeln eine besondere Säure, auf deren nähere Untersuchung, so wie auf die des vorhergehenden Kalisalzes, ich später zurückkommen werde.

Zur Darstellung von möglichen Verbindungen des Melons mit Wasserstoff oder Sauerstoff gaben diese Wege keine Hoffnung; ich habe durch directe Zersetzung der Schwefelblausäure diesem Zweck näher zu kommen gesucht.

Es ist bekannt, daß durch Destillation des Schwefelcyankaliums mit Schwefelsäure ein Theil der abgeschiedenen Schwefelsäure zerlegt wird; man bemerkt, daß das Destillat Schwefelwasserstoff und Blausäure enthält, und im Rückstande findet man ein anderes Product, einen hellgelben pulverigen Körper, der zum Theil in Wasser oder in sauren und alkalischen Flüssigkeiten auflöslich ist. Mit der Säure findet man ferner Ammoniak verbunden. Gewöhnlich schreibt man diese Zersetzung einer Reaction der Bestandtheile der Schwefelblausäure auf die Schwefelsäure zu; allein, welche Säure man auch nehmen mag, Phosphorsäure, Kleesäure oder Salzsäure, man bemerkt stets, daß ein Theil der Schwefelblausäure auf dieselbe Weise sich zersetzt. Um diese Säure ganz rein zu haben, giebt es, beiläufig bemerkt, keine andere Methode, als die von Berzelius, nach welcher Schwefelcyansilber durch Schwefelwasserstoffsäure oder sehr verdünnte Salzsäure zerlegt wird. Obgleich mich diese Zersetzung meinem Zwecke, nämlich eine Wasserstoffverbindung unter ihren Producten zu finden, nicht näher gebracht hat, so will ich sie doch mit einigen Worten beschreiben.

Wenn man in einer tubulirten Retorte, welche mit einem Kühlapparate verbunden ist, Schwefelcyankalium schmilzt und getrocknetes salzsaures Gas darüber leitet, so wird dieses Salz mit großer Heftigkeit zerlegt. Wöhler hat schon gefunden, daß die Schwefelblausäure in freiem Zustande für sich nicht bestehen kann; sie zerlegt sich

sich größtentheils in eine feste Substanz, welche den Hals der Retorte mit einer dicken Masse überzieht; sie ist dunkelroth, scharlachroth, rothgelb und stellenweis hochgelb gefärbt. Es entwickelt sich bei dieser Zersetzung kein permanentes Gas. Leitet man das überschüssige salzsaure Gas, ohne es abzukühlen, in Wasser, so erwärmt sich letzteres wie gewöhnlich, aber man sieht bei einer gewissen Temperatur ein förmliches Aufwallen, wie in einer siedenden Flüssigkeit, entstehen. Wird das Gas hingegen stark abgekühlt und das Wasser kalt gehalten, so sieht man darin Schwefelkohlenstoff in großen klaren Tropfen niederfallen. Das Aufwallen in dem erwärmten Wasser wird allein durch die Verflüchtigung dieses Körpers veranlaßt. Das vorgeschlagene Wasser wird von aufgenommener Salzsäure sehr sauer; es enthält Spuren eines krystallinischen gelben Körpers, und liefert beim Abdampfen krystallisirten Salmiak. Während der ganzen Operation bemerkt man einen starken Geruch nach Blausäure.

Die feste rothe Masse, die sich in dem Retortenhalse absetzt, verbreitet an feuchter Luft saure Dämpfe, welche Eisensalze röthen; sie ist in Weingeist vollkommen löslich, die Auflösung ist roth, reagirt nicht sauer und besitzt einen knoblauchartigen Geruch. Durch diese Eigenschaft, die, wie es scheint, von einer Zersetzung begleitet ist, unterscheidet sich diese Substanz wesentlich von dem gelben pulverförmigen Schwefelcyan, welches vom Alkohol nicht aufgenommen wird.

Aber auch in Wasser ist dieses Product auflöslich, beim Kochen wird davon eine beträchtliche Menge aufgenommen, indem das Wasser sehr sauer wird. Bei dem ersten Erhitzen entsteht in dem Wasser ein Aufbrausen wie von Entwicklung einer gasförmigen Substanz, welches so lange anhält, als die Auflösung dauert; was hier weggeht ist kein Gas, sondern Schwefelkohlenstoff, der selbst dann zum Vorschein kommt, wenn die feste Sub-

stanz zur Vertreibung des mechanisch anhängenden Schwefelkohlenstoffs vorher erhitzt worden war.

Beim Erkalten der rothgelb gefärbten Auflösung, welche auf Eisensalze die bekannte Färbung der Schwefelblausäure hervorbringt, schlägt sich ein rothgelber pulveriger Körper nieder, der ausgewaschen nicht auf Pflanzenfarben reagirt; er löst sich in heißem Wasser leicht auf und kann unverändert daraus wieder erhalten werden. Diese Auflösung fällt salpetersaures Silber in gelben dicken Flocken, die, in der Flüssigkeit erhitzt, schwarz oder schwarzgrün werden, während sich ein Gas entwickelt.

Darnach besitzt dieser Körper Aehnlichkeit mit dem von Wöhler entdeckten Schwefelwasserstoffcyan; allein letzteres ist in Wasser bei weitem weniger leicht löslich und seine Zersetzung mit Silbersalzen ist ungleich rascher, jedenfalls scheint die Zusammensetzung beider ähnlich zu seyn.

Da dieser Körper Schwefel in beträchtlicher Menge enthält, und ich kein Product wahrnehmen konnte, was auf eine supponirte Wasserstoffverbindung des Melons schliessen liefs, so habe ich mich nicht weiter damit beschäftigt.

En anderer Weg, nämlich die trockne Destillation von schwefelblausaurem Ammoniak oder Schwefelcyanammonium, hat mich von meinen ursprünglichen Versuchen ganz abgeführt; ich hatte gehofft, unter den Producten dieses Salzes eine Melonwasserstoffsäure, verbunden mit Ammoniak zu finden; das Hauptproduct derselben ist aber ein neuer Körper, durch dessen Behandlung mit Alkalien und Säuren eine Reihe neuer Verbindungen entsteht, die ich jetzt beschreiben will.



Verhalten des Schwefelcyanammoniums bei der trocknen Destillation.

Die Darstellung des Schwefelcyanammoniums im trocknen Zustande ist, seiner Zerfließlichkeit wegen, mit Schwierigkeiten verknüpft, und da ein Gemenge von Schwefelcyankalium mit Salmiak durchaus das nämliche Resultat giebt, so ist bei allen folgenden Versuchen, wo von der Destillation dieses Salzes die Rede ist, ein Gemenge von 2 Th. Salmiak mit 1 Th. Schwefelcyankalium verstanden.

Dieses Salz ist, beiläufig bemerkt, genau zusammengesetzt wie Harnstoff, in welchem der Sauerstoff durch Schwefel vertreten ist, man wird die Aehnlichkeit beider Formeln in die Augen fallend finden:

Harnstoff  $2C + 4N + 8H + 2O$

Schwefelcyanammonium  $2C + 4N + 8H + 2S$ .

Schon bei einer Temperatur, welche den Siedpunkt des Wassers um einige Grade übersteigt, zerlegt sich dieses Salz, und diese Zersetzung ist um so vollständiger, je weniger man sich beeilt die Temperatur zu steigern.

Bei der ersten Einwirkung des Feuers entwickelt sich eine beträchtliche Menge Ammoniakgas; nach einiger Zeit bemerkt man Schwefelkohlenstoff, und man sieht in dem Halse der Retorte eine Menge Krystalle von Schwefelammonium.

Die Quantität des Ammoniaks ist so beträchtlich, daß aller Schwefelkohlenstoff als Gas diesem beigemengt bleibt und sich nicht verdichtet; wenn man aber die Ausgangsröhre des Kühlapparates, den man mit der Retorte verbunden hat, in Wasser leitet, so sieht man mit jeder Gasblase Ammoniak, die sich verdichtet, einen Tropfen Schwefelkohlenstoff zu Boden fallen. Man wird es nicht ohne Vortheil finden, letzteren bei dieser Zersetzung zu sammeln, denn man erhält davon beinahe den vierten Theil vom Gewicht des angewendeten Schwefelcyankaliums.

Während des ganzen Verlaufs der Destillation entwickelt sich kein beständiges Gas, das Schwefelcyanammonium zerlegt sich gänzlich in Ammoniak, Schwefelkohlenstoff, Schwefelwasserstoff und in einen neuen Körper, welcher mit Chlorkalium und überschüssigem Salmiak gemengt in der Retorte zurückbleibt.

Der Rückstand ist weißgrau; durch anhaltendes Waschen wird er von den beigemengten Salzen vollkommen befreit. In diesem Zustande ist er in Wasser, Weingeist und Aether unlöslich; er enthält keinen Schwefel unter seinen Bestandtheilen, aber häufig ist ihm Schwefel mechanisch beigemengt, wenn das zu seiner Darstellung angewendete Schwefelcyankalium zu stark geschmolzen worden war, in welchem Falle sich etwas Schwefeleber bildet. Dieser Schwefel läßt sich aber als gelbes schweres Pulver durch bloßes Schlemmen abscheiden.

Dieser Körper, den ich *Melam* <sup>1)</sup> nennen will, wird bei starker Hitze zersetzt; es entwickelt sich Ammoniak, ein geringer krystallinischer Sublimat, und es bleibt ein gelber Rückstand, der beim Glühen in Cyan und Stickgas zerfällt. Nur so lange erhitzt, bis er gelb geworden ist, giebt dieser Rückstand, mit Kali gekocht, das nämliche krystallinische Kalisalz, was ich beim Melon erwähnt habe.

Durch dieses Verhalten wird es ersichtlich, daß das Melam in dem Zustande, in welchem es nach der Zersetzung des Schwefelcyanammoniums zurückbleibt, zur Analyse nicht anwendbar ist, weil stets eine Portion davon, besonders an den Stellen der Retorte, die dem Feuer am nächsten waren, die nämliche Veränderung erlitten hat.

Aus dem Grunde nun, um die Zersetzung des Me-

- 1) Ich enthalte mich, Gründe für die Namen anzuführen, denen man in dieser Abhandlung begegnet; sie sind, wenn man will, aus der Luft gegriffen, was den Zweck genau so gut erfüllt, als wären sie von der Farbe oder einer Eigenschaft abgeleitet.

lams durch die Hitze möglichst zu verhüten, habe ich eine viel grössere Menge Salmiak damit gemengt, als der Rechnung nach nöthig gewesen wäre. Den Salmiak, den man seiner zähen Beschaffenheit wegen nicht gut in ein feines Pulver verwandeln kann, erhält man leicht in dieser Beschaffenheit, wenn man eine heisse concentrirte Lösung dieses Salzes in eine Flasche bringt und bis zum Erkalten heftig schüttelt.

Das Melam wird von einer mässig concentrirten Kalilauge beim Kochen aufgelöst, und nach und nach völlig zersetzt. Wenn aber die Flüssigkeit, noch ehe alles Melam verschwunden ist, filtrirt wird, so schlägt sich daraus ein weisses, schweres, körniges Pulver nieder, welches diesen Körper im reinen Zustande darstellt; durch fortgesetztes Kochen würde es ebenfalls verschwunden seyn. Diesen Niederschlag aus der heissen alkalischen Auflösung habe ich benutzt, um seine Zusammensetzung anzumitteln.

In Hinsicht auf alle Analysen der folgenden Körper, habe ich zu bemerken, daß die Methode des Hrn. Gay-Lussac zur Bestimmung des Stickstoffs vollkommen ausreichend gewesen ist. Durch Anwendung von sehr fein zertheiltem metallischem Kupfer, bei sehr langsam vorschreitender Verbrennung, konnte die Bildung des Salpetergases vollkommen vermieden werden. Bei der Verbrennung habe ich ferner das Verfahren der HH. Dumas und Pelletier, um alle Luft aus dem Apparate auszutreiben, sehr zweckmässig gefunden. Nachdem nämlich das Kupferoxyd vor dem Gemisch in völliges Glühen gebracht worden war, erhitzte man das Gemisch in dem hinteren verschlossenen Ende der Verbrennungsröhre, eine Länge von  $1\frac{1}{2}$  bis 2 Zoll zuerst bis zum Glühen. Das Gas, was sich dabei entwickelte, und das alle atmosphärische Luft des Apparates vor sich hertrieb, wurde nicht aufgefangen. Die Verbrennung wurde alsdann wie gewöhnlich fortgesetzt. Die hinreichend scharfen Con-

trolen, die ich bei diesen Körpern anzuwenden vermochte, ließen mir keinen Zweifel, daß alle übrigen weniger einfachen Wege überflüssig waren.

Durch die qualitative Analyse des bei der Verbrennung des Melams mit Kupferoxyd erhaltenen Gasgemisches wurde Stickstoff und Kohlensäure in dem Verhältniß  $=11:12$  erhalten. Das Atomverhältniß des Kohlenstoffs zum Stickstoff ist mithin  $=6:11$ . Es wurden ferner erhalten:

- I. 0,618 Grm. Substanz 0,680 Kohlensäure u. 0,224 Wass.  
 II. 0,639 - - - 0,706 - - - 0,222 -

Dies giebt für 100 Th. folgende Verhältnisse:

	I.	II.	Berechnet.	Atome.
Kohlenstoff	30,4249	30,5501	30,8116	6
Wasserstoff	4,0275	3,8601	3,7724	9
Stickstoff	65,5475	65,5898	65,4160	11

Seiner Darstellung nach kann das Melam, außer Stickstoff, Kohlenstoff und Wasserstoff, keinen anderen Bestandtheil enthalten; auch ohne das relative Verhältniß des Stickstoffs zur Kohlensäure auszumitteln erhält man die nämliche Zusammensetzung, wenn nach der Bestimmung des Wassers und Kohlenstoffs der Stickstoff als Complement der verbrannten Menge der Substanz genommen wird.

Eine qualitative Analyse des bei der Destillation von Schwefelcyanammonium zurückbleibenden unreineren Körpers, von dem oberen Theile des Gemisches genommen, gab in Volumtheilen:

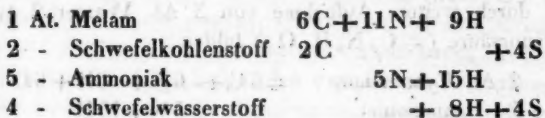
$$\begin{array}{rcl} \text{N} + \text{CO}_2 & 99 & ; \quad 92 \quad ; \quad 101 \\ \text{N} & 48 & ; \quad 43,5 \quad ; \quad 49 \end{array}$$

---


$$\text{N} : \text{C} = 5,5 : 6$$

also genau dasselbe Verhältniß wie im reinen Melam, so daß man über die Identität beider nicht zweifelhaft seyn kann.

Die Zusammensetzung  $C_6 N_{11} H_9$  erklärt die Bildung des Melam aus dem Schwefelcyanammonium vollkommen; aus 4 Atomen des letzteren  $C_3 N_{16} H_{32} S_8$  erhält man folgende Producte:



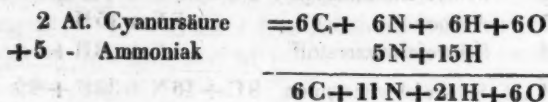
Man hat in allen Versuchen von Melam und Schwefelkohlenstoff sehr nahe die Quantität erhalten, welche die Formel, der Rechnung nach, anzeigt.

Die Zersetzung des Melams durch Säuren ist sehr sonderbar. Wenn man diesen Körper mit concentrirter Salpetersäure (1,413) kocht, bis völlige Auflösung erfolgt ist, so erhält man nach dem Erkalten eine Menge durchsichtiger Krystalle, welche alle Eigenschaften einer Säure besitzen. Diese Krystalle haben, aus Säuren krystallisirt, dieselbe Form wie die wasserfreie Cyanursäure, und, aus Wasser krystallisirt, die Krystallform der wasserhaltigen. Die aus Wasser krystallisirte Säure enthält denselben Gehalt an Krystallwasser und bildet die nämlichen Salze wie die Cyanursäure; diese Salze, so wie die Säure selbst, haben ferner die nämliche Zusammensetzung, es ist mit einem Wort ganz reine Cyanursäure.

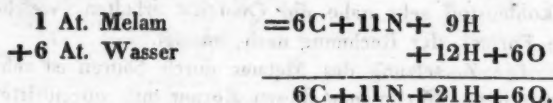
Bei dieser Zersetzung, bei welcher durch keine andere Säure das nämliche Product hervorgebracht wird, bemerkt man keine Entwicklung von Salpetergas; man findet aber in der Salpetersäure eine beträchtliche Menge Ammoniak, und aus dieser Ammoniakbildung erklärt sich die Entstehung der Cyanursäure vollkommen.

1 At. Melam  $C_6 N_{11} H_9$  giebt 5 At. Stickstoff ab, welche mit 15 At. Wasserstoff 5 At. Ammoniak bilden. Zu den 9 Atomen Wasserstoff, welche in der Substanz enthalten sind, treten mithin noch 6 At., welche nur das

Wasser der Salpetersäure liefern kann, aber der Sauerstoff, der mit diesen 6 At. Wasserstoff zu Wasser verbunden war, vereinigt mit den 6 At. Kohlenstoff und 6 At. Stickstoff (= 6 At. Cyan), bildet 3 At. Cyansäure, die durch weitere Aufnahme von 3 At. Wasser 2 At. Cyanursäure ( $= C_3 N_3 H_3 O_3$ ) bilden.



enthalten die Elemente von



Mit Kalihydrat *geschmolzen* verhält sich das Melam genau wie gegen Salpetersäure, nur daß hierbei nicht cyanursaures Kali, sondern cyansaures entsteht. Die Masse bläht sich heftig auf, liefert eine große Menge Ammoniak, und zuletzt bleibt, wenn man genug Melam zugesetzt hat, vollkommen neutrales cyansaures Kali, welches leicht und ohne Schäumen schmilzt, und nach dem Erkalten zu einer durchsichtigen krystallinischen Masse erstarrt.

Das rohe unreine Melam, so wie es die Destillation des Schwefelcyanammoniums liefert, würde ein sehr gutes Mittel abgeben, um sich leicht und schnell große Mengen cyansaures Kali darzustellen; wir lernen aber noch einige Körper kennen, die sich für diesen Zweck noch besser eignen.

Wenn man Melam, oder was für diesen Zweck das Nämliche ist, den rohen Körper mit Salzsäure kocht, so löst er sich vollständig auf, die Auflösung enthält Ammoniak, und einen neuen Körper, auf dessen Untersuchung ich zurückkommen werde. Verdünnte Schwefelsäure verhält sich wie Salzsäure; allein concentrirte Schwe-

felsäure erzeugt neben Ammoniak ein anderes Product, sehr ähnlich dem vorhergehenden, aber in seiner Zusammensetzung und seinem Verhalten von ihm verschieden.

Man wird es, wie ich glaube, bemerkenswerth finden, daß hier ein und derselbe Körper mit drei verschiedenen Säuren, ohne davon etwas aufzunehmen, drei verschiedene Producte liefert; bei organischen Verbindungen bemerkt man dieselbe Erscheinung, ohne daß sie sich aber bei allen so leicht verfolgen läßt.

Kocht man Melam mit einer mäßig starken Kalilauge, bis daß es völlig verschwunden ist, und dampft die klare Auflösung ab, so sieht man, bei einem gewissen Punkte, glänzende Blättchen in der Flüssigkeit entstehen, deren Menge beträchtlich zunimmt, wenn man sie jetzt erkalten läßt.

Die über diesen Krystallen stehende Flüssigkeit enthält davon kaum noch Spuren; sie giebt, mit Säuren neutralisirt, oder mit Salmiak oder kohlenstoffsaurem Ammoniak versetzt, einen dicken, weißen, aufgequollenen Niederschlag, einen neuen Körper, identisch, wie wir sehen werden, mit dem, der durch Behandlung des Melams mit Salzsäure entsteht.

Dampft man die Lauge weiter ab, ohne sie zu neutralisiren oder mit Salzsäure zu versetzen, so bilden sich darin lange feine Nadeln; es ist das nämliche Kalisalz, welches durch Behandlung des Melons oder des bis zum Gelbwerden erhitzten Melams mit Kali gebildet wird. Dieses Kalisalz ist kein Zersetzungsproduct des Melams, denn es bildet sich nur dann, wenn man den rohen Körper genommen hat; es entsteht von derjenigen Portion desselben, welche durch die Hitze bei seiner Darstellung in die gelbe Substanz verwandelt worden war, neben Ammoniak, was sich während des ganzen Verlaufs der Auflösung entwickelt.

Der eben erwähnte krystallinische Körper, den ich *Melamin* nennen will, ist eine wirkliche Basis, ähnlich



den organischen Basen, die erste, deren Bildung und Entstehung sich leicht bis zu ihrem Ursprunge verfolgen läßt.

#### Melamin.

Zur Darstellung dieser Substanz nimmt man den ausgewaschenen Rückstand der Destillation von zwei Pfund Salmiak mit einem Pfund Schwefelcyankalium, übergießt ihn mit einer Auflösung von zwei Unzen geschmolzenem Kalihydrat in drei bis vier Pfund Wasser und erhält das Ganze beim Sieden oder nahe bei dieser Temperatur, bis die Flüssigkeit hell geworden ist. Nach drei Tagen ist die Auflösung meistens vollendet.

Während des Kochens verwandelt sich die Farbe des rohen Körpers in eine weißgelbliche, die Flüssigkeit wird wie Milch und ihre Consistenz vermehrt sich; von Zeit zu Zeit ersetzt man das verdampfte Wasser durch Hinzugießen einer Kalilauge von derselben Stärke. Nachdem die Flüssigkeit klar geworden ist, wird sie filtrirt, und die Lauge bei gelinder Wärme abgedampft, bis man in derselben glänzende Blättchen bemerkt. Man läßt sie nun langsam erkalten, wäscht die gebildeten Krystalle mit Wasser mehrmals ab und reinigt sie vollständig durch mehrmaliges Krystallisiren.

Das Melamin erhält man auf diese Weise vollkommen rein, und in ziemlich großen farblosen Krystallen, welche einen sehr starken Glasglanz besitzen.

Die Krystalle sind Rhombenoctäeder, bei welchen die Winkel in zwei Kanten, die man als Endkanten betrachten kann,  $75^{\circ} 6'$  und  $115^{\circ} 4'$  betragen. Die angegebenen Winkel sind nicht für sehr genau zu halten, da die Beschaffenheit der Fläche keine genaue Messung erlaubte. Die Krystalle sind spaltbar parallel den geraden Abstumpfungen der schärferen Seitenecken; die Spaltungsflächen sind glänzend, aber unterbrochen, die Krystalle weiß und wenig durchscheinend. An der Luft sind

sie unveränderlich und enthalten kein Krystallwasser. In kaltem Wasser ist das Melamin schwer, in kochendem leichter auflöslich; von Aether und Alkohol wird es nicht aufgenommen. In der Wärme verknistern die Krystalle und schmelzen zu einer durchsichtigen Flüssigkeit, die beim Erkalten krystallinisch erstarrt. Bei stärkerer Hitze zieht sich die geschmolzene Substanz an den Wänden der Röhre herauf, ohne zu sublimiren; wenn ein Theil davon auf eine glühende Stelle des Glases herabfließt, so wird es zersetzt, es entwickelt sich Ammoniak, und es bleibt ein citronengelber Rückstand, der beim Glühen, indem er völlig verschwindet, Cyan und Stickgas liefert.

Das Melamin verbindet sich mit allen Säuren, und bildet damit wohl charakterisirte Salze, die ohne Ausnahme eine schwach saure Reaction besitzen; es bildet aber basische Doppelsalze, die vollkommen neutral sind. Aus diesem Grunde gehen dem Melamin und den Melaminsalzen die gewöhnlichen Reactionen der Basen, auf Pflanzenfarben ab. Erhitzt man es mit Salmiakauflösung, so wird Ammoniak ausgetrieben, indem es sich mit der Salzsäure vereinigt; schwefelsaure, salpetersaure, Kupferoxyd-, Zink-, Eisen-, Mangansalze etc. werden von einer wässrigen Auflösung des Melamins zersetzt, indem die Oxyde niedergeschlagen werden; meistens verbindet es sich mit einer Portion der Säure und dem Oxyd zu einem basischen Doppelsalze. Ueber die Klasse, in welche dieser Körper gehört, kann man nach diesem Verhalten nicht ungewiss seyn.

Das Melamin enthält keinen Sauerstoff; mit Kalium zusammengeschmolzen entsteht unter Feuererscheinung und Ammoniakentwicklung ein schmelzbares, im Wasser auflösliches Salz, welches alle Eigenschaften der Verbindung zeigt, die durch Melon ( $C_6N_8$ ) und Kalium unter denselben Umständen gebildet wird. Mit Kalihydrat geschmolzen, entsteht cyanursaures Kali und ebenfalls, wenn Melamin im Ueberschuß genommen wird, Melonkalium.

In der qualitativen Analyse gab das Melamin ein Gasgemenge, welches Stickstoff und Kohlensäure in folgenden Volumverhältnissen enthielt:

$$\begin{array}{rcl} \text{CO}_2 + \text{N} & 127 & ; \quad 83 \quad ; \quad 97 \\ \text{N} & 64 & ; \quad 41,5 \quad ; \quad 49 \end{array}$$

$$\text{CO}_2 + \text{N} : \text{N} = 307 : 154,5.$$

Dies sind genau gleiche Volumina Stickgas und Kohlensäure. Die Kenntniß des relativen Atomverhältnisses im Stickstoff und Kohlenstoffgehalte des Melamins giebt, nach Ausmittlung des Wasserstoffs, allein schon vollkommene Gewisheit über seine Zusammensetzung. Ich habe in einem besonderen Versuche noch den Kohlenstoff desselben bestimmt.

I. 1,345 Grm. Melamin lieferten 0,581 Grm. Wasser

II. 0,717 - - - - - 0,314 - - -

und 0,738 Kohlensäure.

Darnach enthält dieser Körper:

I.	II.
	28,4606 Kohlenstoff
4,7997 Wasserstoff	4,8657 Wasserstoff
	66,6736 Stickstoff.

Mit Zugrundlegung des aus seiner Verbindung mit Säuren ausgemittelten Atomgewichtes ist die theoretische Zusammensetzung des Melamins folgende:

	In 100.
6C = 458,622	28,7411
12N = 1062,216	66,5674
12H = 74,877	4,6915
	<hr/> 1595,715.

Man wird sogleich bemerken, daß sich diese Form durch eine ungleich einfachere, nämlich durch  $\text{C}_2\text{N}_4\text{H}_4$ , ausdrücken läßt; letztere Formel bezeichnet genau die Zusammensetzung eines Cyanamids ähnlich dem Oxamid; unter anderen Umständen ließe sich dieser Formel viel-

leicht der Vorzug geben; allein gegen ihre Richtigkeit spricht sein Mischungsgewicht, so, wie es die Analyse der Salze giebt, und die Existenz eines wirklichen, aus Chlorcyan und Ammoniak dargestellten Cyanamids, dessen Eigenschaften mit denen des Melamids keine Aehnlichkeit haben.

Das Melamin wird beim starken Erhitzen mit concentrirter Schwefel- oder Salpetersäure, durch erstere ohne Schwärzung zersetzt; die Säure nimmt Ammoniak auf. Das andere Product dieser Zersetzung ist die nämliche Substanz, die durch Einwirkung derselben concentrirten Säuren auf Melam entsteht, und die ich früher erwähnt habe.

Verdünnte Säuren haben auf das Melamin keine andere Wirkung, als daß sie sich damit verbinden.

Zu Schwefelsäure besitzt Melamin eine ziemlich starke Verwandtschaft; eine sehr geringe Menge freier Schwefelsäure wird in einer Flüssigkeit augenblicklich durch einen häufigen, sehr schwerlöslichen, krystallinischen Niederschlag angezeigt, der in heißem Wasser löslich ist, und daraus beim Erkalten in feinen kurzen Nadeln krystallisirt.

*Salpetersaures Melamin* erhält man leicht, wenn man zu einer concentrirten heißen Lösung von Melamin in Wasser so lange Salpetersäure zusetzt, bis die Flüssigkeit stark sauer reagirt. Nach dem Erkalten erstarrt das Ganze zu einer weichen, aus langen, feinen, seidenglänzenden Nadeln bestehenden Masse; das Salz verändert sich nicht an der Luft. — Dieses Salz liefert verbrannt Kohlensäure und Stickgas im Verhältniß wie 6 : 7; darnach enthält es 14 At. Stickstoff.

*Oxalsaures Melamin* ist in kaltem Wasser noch schwerlöslicher als das salpetersaure; ich habe dieses Salz einer Analyse unterworfen, es liefert verbrannt Kohlensäure und Stickgas im Verhältniß = 8 : 6. Neben dem Volumverhältniß dieser beiden Gase, die durch Verbren-

nung des salpetersauren Melamins erhalten worden sind, giebt diese Bestimmung eine vollkommene Zuverlässigkeit über sein Atomgewicht. In dem oxalsauren Melamin sind zu 6 At. Kohlenstoff der Base 2 At. durch die Kleesäure hinzugekommen, das ursprüngliche Verhältniß des Stickstoffs hingegen unverändert geblieben; in dem salpetersauren Melamin ist umgekehrt der Stickstoff der Substanz durch 1 Vol. dieses Körpers von der Salpetersäure vergrößert worden.

0,972 oxalsaures Melamin gaben ferner 0,327 Wasser und 0,985 Kohlensäure.

Dies giebt, mit Zugrundlegung der obigen Stickstoffbestimmung, in 100:

		Berechnet.	Atome.
Kohlenstoff	28,0206	28,2968	8
Stickstoff	48,6739	49,1538	12
Wasserstoff	3,9379	4,0424	14
Sauerstoff	19,5676	18,5070	4

oder es besteht aus:

$$1 \text{ At. Melamin} = 6\text{C} + 12\text{N} + 12\text{H} = 1595,715$$

$$1 \text{ - Kleesäure} = 2\text{C} + \quad + 3\text{O} = 452,875$$

$$1 \text{ - Wasser} \quad \quad \quad 2\text{H} + 1\text{O} = 112,479$$

---


$$8\text{C} + 12\text{N} + 14\text{H} + 4\text{O} = 2161,069$$

*Essigsaures Melamin* ist im Wasser leicht löslich, krystallisirt in breiten, biegsamen, langen, quadratischen Blättern; bei 100° verliert es einen Theil seiner Säure.

*Phosphorsaures Melamin* ist in heißem Wasser leicht löslich; beim Erkalten einer mäßsig concentrirten Auflösung erstarrt sie zu einer festen, weißen, aus concentrisch gruppirten feinen Nadeln bestehenden Masse.

*Ameisensaures Melamin* ist leichtlöslich, krystallisirbar.

Ich habe erwähnt, daß die Salze der schweren Metalloxyde durch eine Auflösung von Melamin zersetzt

werden, indem das niederfallende Oxyd mit einem Theil der Säure und dem Fällungsmittel eine Doppelverbindung eingeht. Wenn man eine heisse Auflösung von Melamin mit salpetersaurem Silberoxyd vermischt, so entsteht sogleich ein weißer krystallinischer Niederschlag, der sich beim Erkalten noch vermehrt; er läßt sich umkrystallisiren ohne Veränderung; seine Analyse hat die Zusammensetzung der Melaminsalze vollkommen bestätigt.

Das Salz lieferte bei der Verbrennung ein Gasgemenge, welches in 13 Volumtheilen 6 Vol. Kohlensäure und 7 Vol. Stickstoff enthielt, also genau wie im salpetersauren Melamin.

Ferner hinterließen 0,8315 Grm. — 0,3065 metallisches Silber, und 1,035 Grm. gaben 0,458 Kohlensäure und 0,188 Wasser.

Darnach enthält dieses basische Doppelsalz in 100 Th.:

		Berechnet.	Atome.
Kohlenstoff	12,2357	12,3143	6
Stickstoff	33,0639	33,2747	14
Wasserstoff	2,0182	2,0104	12
Sauerstoff	13,0940	13,4253	5
Silberoxyd	38,5882	38,9753	1

oder:

1 At. Melamin	=	6C+12N+12H	=	1595,715
1 - Salpeters.	=	2N +5O	=	677,036
1 - Silberoxyd	=		AgO=	1451,607

$$6C+14N+12H+5O+AgO=3724,358$$

So wie aus der Analyse des oxalsauren Melamins hervorgeht, enthalten die Salze dieser Base, welche durch Sauerstoffsäuren gebildet werden, wie die Ammoniaksalze, eine gewisse Menge Wasser; in den basischen Doppelsalzen fehlt aber dieses Wasser, und wir sehen es hier durch eine entsprechende Menge eines schweren Metalloxydes vertreten.

Das Verhalten des Melamins bei seiner Zersetzung

durch concentrirte Säuren, an die es Ammoniak abgibt, macht wohl die Frage, ob es nicht eine Ammoniakverbindung seyn könne, sehr natürlich; allein es kann aus Ammoniak und dem Körper, der neben Ammoniak hierbei entsteht, nicht wieder zusammengesetzt werden; es bildet sich ferner in einer sehr alkalischen Flüssigkeit, löst sich in einer Kalilauge noch leichter auf wie im Wasser und krystallisirt daraus ohne die geringste Veränderung. Ammoniak, so wie wir diesen Körper kennen, ist mithin nicht darin enthalten.

#### Ammelin.

Das andere Product, welches zugleich mit dem Melamin bei der Auflösung des Melams in kaustischem Alkali erzeugt wird, bleibt in dem Kali aufgelöst, man erhält es daraus leicht durch Sättigen mit einer Säure, wozu man am besten Essigsäure nimmt, weil es von Mineralsäuren im Ueberschufs wieder aufgelöst wird; Kohlensaures Ammoniak, Salmiaklösung fallen es ebenfalls aus der alkalischen Auflösung.

Man erhält einen sehr voluminösen weissen, nicht krystallinischen Niederschlag, den man auswäscht und in verdünnte Salpetersäure trägt; sie löst ihn leicht und in Menge auf. Die Auflösung giebt, etwas durch Abdampfen concentrirt, nach dem Erkalten grofse, lange, farblose oder schwach gelbliche quadratische Säulen, aus denen man den Körper rein gewinnt, wenn man diese Krystalle in Wasser, dem einige Tropfen Salpetersäure zugesetzt worden, wieder auflöst, und mit Aetzammoniak oder kohlensauren Alkalien fällt. Es wird ferner erhalten, wenn man das rohe Melam mit Salzsäure kocht und die Auflösung mit Ammoniak niederschlägt.

Dieser neue Körper, den ich Ammelin nennen will, ist ausgewaschen und trocken blendend weifs, krystallinisch, wenn er mit Ammoniak gefällt wurde, im Wasser, Weingeist und Aether nicht löslich, in fixen ätzen-

den



den Alkalien und den meisten Säuren mit Leichtigkeit auflöslich; beim Erhitzen entwickelt er ein krystallinisches Sublimat, Ammoniak; er wird citronengelb, und giebt bei weiterem Erhitzen, so wie alle Körper, die ich zeither beschrieben habe, Cyangas und Stickgas, indem er ohne Rückstand verschwindet.

Gegen Säuren spielt dieser Körper die Rolle einer Base; allein seine basischen Eigenschaften sind ungleich weniger scharf ausgedrückt wie beim Melamin; er bildet mit den meisten Säuren krystallisirbare Salze, allein diese werden beim Uebergießen mit reinem Wasser theilweise zersetzt, indem eine saure Verbindung sich auflöst und Ammelin in Gestalt eines weissen Pulvers zurückbleibt; Ammoniaksalze werden davon beim Kochen nicht zersetzt, aber es bildet mit sehr vielen anderen Salzen, basische Doppelsalze, ähnlich den Melamindoppelsalzen.

Beim Verbrennen des Ammelins mit Kupferoxyd erhält man ein Gasgemenge, welches in 11 Volumtheilen 6 Vol. Kohlensäure und 5 Vol. Stickgas enthält.

Zu den folgenden Analysen ist eine Portion Ammelin genommen worden, welche aus der salpetersauren Auflösung durch Ammoniak, eine andere, welche durch kohlensaures Natron gefällt worden war. Das durch Ammoniak gefällte Ammelin besitzt einen Seidenglanz, der dem andern abgeht; die Analyse zeigt aber, daß diese Verschiedenheit in der Zusammensetzung nicht gesucht werden kann.

I. 0,761 Grm. Ammelin lief. 0,788 Kohlens. u. 0,272 Wass.

II. 1,223 - - - 1,259 - - 0,437 -

III. 0,604 - - - 0,618 - - 0,216 -

in 100 Theilen:

	I.	II.	III.	Berechnet.	At.
Kohlenstoff	28,6317	28,4647	28,2916	28,5532	6
Stickstoff	55,2617	54,9393	54,6052	55,1102	10
Wasserstoff	3,9713	3,9701	3,9735	3,8848	10
Sauerstoff	12,1351	12,6259	13,1297	12,4517	2

Das Ammelin der dritten Analyse war aus rohem Melam durch Auflösen in Salzsäure und Fällung mit Ammoniak dargestellt. Das salpetersaure Ammelin wird, wie ich erwähnt habe, durch Wasser theilweise zerlegt; die Auflösung ist sauer, und giebt beim Abdampfen das nämliche Salz wie vorher, welches beim Uebergießen mit Wasser auf dieselbe Art in Ammelin und in saures Salz zerlegt wird. Bei jedesmaligem Umkrystallisiren muß man deshalb der Auflösung einige Tropfen Salpetersäure zusetzen. Man kann Ammelin oder salpetersaures Ammelin in concentrirter Salpetersäure auflösen, kochen und abdampfen, ohne daß der Körper davon verändert wird. Trocken erhitzt, zerlegt sich aber das salpetersaure Salz leicht; man erhält Salpetersäure, salpetersaures Ammoniak, oder seine Zersetzungsproducte, Stickoxydul und Wasser, und es bleibt ein weißer Körper zurück, der sich in Säuren wohl leicht auflöst, aber damit keine Salze mehr bildet.

Das salpetersaure Ammelin giebt, verbrannt, Stickgas und Kohlensäure im Verhältniß wie 1 : 1;

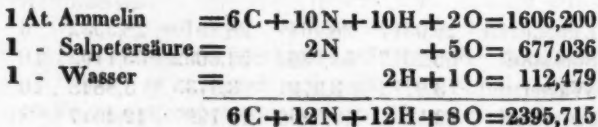
I. 0,3645 Grm. salpeters. Ammelin gaben 0,107 Wasser und 0,252 Kohlens.

II. 1,770 - - - - - 0,501 Wasser und 0,738 Kohlens.

Dies giebt in 100 Theilen:

	I.	II.	Berechnet.	Atome.
Kohlenstoff	19,11639	18,9181	19,1435	6
Stickstoff	44,2755	43,8163	44,3384	12
Wasserstoff	3,2616	3,1449	3,1672	12
Sauerstoff	33,3466	34,1207	33,3509	8

oder:



Das salpetersaure Ammelin giebt mit salpetersaurem Silberoxyd einen Niederschlag von derselben Beschaffenheit wie das Melamin; er ist weiß, krystallinisch, verliert beim Trocknen kein Wasser, giebt, verbrannt, Stickgas und Kohlensäure in dem nämlichen Raumverhältnisse wie das einfache salpetersaure Salz.

0,746 Grm. hinterließen 0,259 metallisches Silber

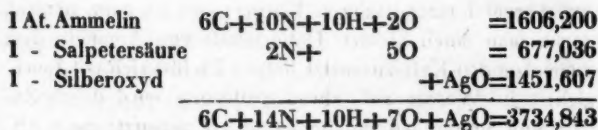
1,211 - - - 0,431 - - -

0,799 Grm. lieferten 0,127 Wasser und 0,367 Kohlensäure.

Das basische Doppelsalz enthält demnach in 100:

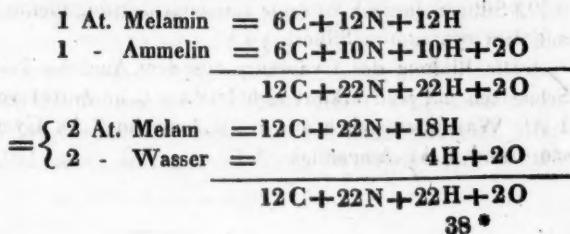
		Berechnet.	Atome.
Kohlenstoff	12,7016	12,2796	6
Stickstoff	29,4159	28,4410	12
Wasserstoff	1,7660	1,6707	10
Sauerstoff	17,9865	18,7426	7
Silberoxyd	38,1300	38,8670	1

oder:

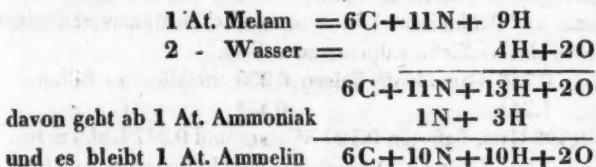


Nach der Kenntniss von der Zusammensetzung des Melamins und Ammelins ist es leicht, die Zerlegung des Melams und die Bildung dieser beiden Producte zu erklären.

Aus 2 At. Melam entstehen unter Zutritt von 2 At. Wasser 1 At. Melamin und 1 At. Ammelin.



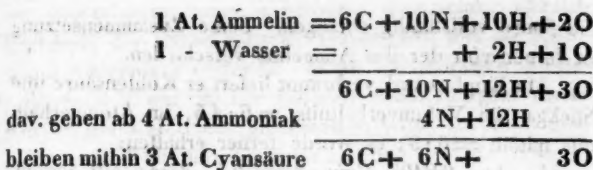
Beim Kochen mit Salzsäure entsteht Ammelin aus Melam, indem 2 At. Wasser hinzutreten, während 1 At. Ammoniak von der Säure aufgenommen wird.



Wenn man trocknes Ammelin mit Kalihydrat zusammenschmilzt, so entsteht ein heftiges Aufblähen unter Entwicklung von Ammoniak und Wasserdampf; nach Beendigung dieser Reaction hat man ein klares leichtflüssiges Salz, welches nach dem Erkalten zu einer weissen, durchscheinenden, krystallinischen Masse gesteht. Dieses Salz ist reines cyansaures Kali, ohne die geringste Einmengung irgend eines anderen Körpers; es ist ganz neutral, wenn man einen kleinen Ueberschuss von Ammelin dem schmelzenden Kali zugesetzt hatte. Es löst sich mit Leichtigkeit in Wasser auf; diese Auflösung wird durch Zusatz von Säuren auf die bekannte Art zersetzt; beim Abdampfen entwickelt sie Ammoniak und hinterlässt kohlenaures Kali. Zu allem Ueberflufs habe ich das Kalisalz in Weingeist umkrystallisirt, die erhaltenen Krystalle mit salpetersaurem Silberoxyd zersetzt und in dem erhaltenen weissen Niederschlage das Silber bestimmt.

0,822 Grm. dieses trocknen Silbersalzes hinterliessen 0,592 Silber; darnach ist seine Zusammensetzung identisch mit dem cyansauren Silberoxyd.

Die Bildung der Cyansäure aus dem Ammelin beim Schmelzen mit Kali erklärt sich leicht. Beim Zutritt von 1 At. Wasser entstehen aus 1 At. Ammelin 3 At. Cyansäure und 4 At. Ammoniak.



## Ammelid.

Wenn man Ammelin oder Melam in concentrirter Schwefelsäure auflöst und die Auflösung mit Weingeist vermischt, so wird daraus ein dicker weißer Niederschlag erhalten, welcher durch Waschen mit Wasser vollständig von aller Säure befreit werden kann. In der Schwefelsäure findet man Ammoniak. Man erhält denselben Körper, wenn man salpetersaures Ammelin bis zu dem Punkte erhitzt, wo die weiche breiartige Masse wieder fest wird.

Er wird ferner gebildet, wenn man Melamin in concentrirte Salpetersäure bringt und damit bis zur Auflösung kocht.

Kocht man den rohen Körper (unreines Melam) mit verdünnter Schwefelsäure, so löst er sich größtentheils auf, die Auflösung liefert, gelinde abgedampft, krystallisiertes schwefelsaures Ammelin, welches bei weiterem Abdampfen und Kochen wieder unter Bildung des neuen Körpers zersetzt wird.

Aus einer von den oben erwähnten Auflösungen kann man diese Verbindung mit kohlensauren Alkalien oder mit Weingeist niederschlagen; in seinen physischen Eigenschaften läßt er sich von dem vorübergehenden nicht unterscheiden; er ist weiß, pulverförmig etc., aber er besitzt keine basischen Eigenschaften mehr; er löst sich zwar leicht in Säuren auf, und man erhält, hauptsächlich aus der salpetersauren Auflösung, bei dem Abkühlen Krystalle, allein diesen wird durch Weingeist und Wasser

die Säure vollständig entzogen. Seine Zusammensetzung ist ferner von der des Ammelins verschieden.

Mit Kupferoxyd verbrannt liefert er Kohlensäure und Stickgas im Volumverhältnifs  $=6:4,5$ , im Atomverhältnifs mithin  $=6:9$ ; es wurde ferner erhalten:

I. Aus 0,8496 Grm. Ammelid, dargestellt vermittelst Melamin und Salpetersäure, 0,848 Grm. Kohlensäure und 0,274 Wasser.

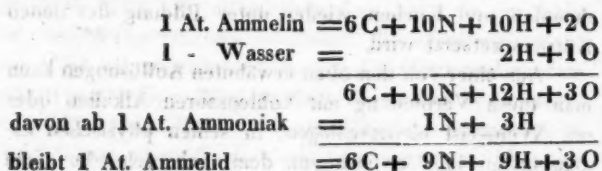
II. 0,584 Ammelid, erhalten aus Melam mit Schwefelsäure, lieferten 0,580 Kohlensäure und 0,190 Wasser.

III. 0,4915 Ammelid, durch Zersetzung von salpetersaurem Ammelin erhalten, gaben 0,490 Kohlensäure und 0,161 Wasser.

Diese Analysen geben in 100 Theilen:

	I.	II.	III.	Berechnet.	At.
Kohlenstoff	27,5985	27,4613	27,5661	28,4444	6
Stickstoff	47,9431	47,7024	47,8845	49,4102	9
Wasserstoff	3,5833	3,6149	3,6396	8,5388	9
Sauerstoff	20,8761	21,2214	20,9098	18,6066	3

Die Bildung des Ammelids aus Ammelin durch Schwefelsäure geschieht darnach, indem die Säure unter Mitwirkung von 1 At. Wasser 1 At. Ammoniak erzeugt, mit dem sie sich verbindet.



Die Bildung des Ammelids aus Melam und Melamin geschieht auf eine ähnliche Art; man wird sie sich leicht erklären können.

Die obige Formel, wenn sie vereinfacht wird, läßt sich mit einigen bekannten Verbindungen in Beziehungen bringen; durch  $C_2N_3H_3O$  ausgedrückt, repräsentirt sie

ein wasserleeres saures cyansaures Ammoniak, nämlich Harnstoff, der seinen ganzen Wassergehalt und die Hälfte seines Ammoniaks verloren. Diese Vorstellungsweise besteht freilich nur in der Formel; wenn übrigens dieser Körper mit Kalihydrat geschmolzen wird, so erhält man cyansaures Kali und Ammoniak, ohne daß das Wasser des Kalihydrats zur Bildung der Cyansäure, so wie bei dem Ammelin, mitwirkt.

Man bemerkt in den verschiedenen Verwandlungen des Melamins, daß seine basischen Eigenschaften abnehmen, im Verhältniß wie es sich mit Sauerstoff verbindet; wir sehen in den vegetabilischen Basen etwas Aehnliches: Narcotin, Solanin und andere, deren basische Eigenschaften sehr wenig hervorstechend ausgedrückt sind, zeichnen sich, verglichen mit den andern stärkeren Basen, durch einen großen Sauerstoffgehalt aus.

#### Cyansäure.

Wenn man den gelben pulvrigen Körper, welcher, nach der Zersetzung von Schwefelcyankalium mit Chlor auf trockenem Wege, mit Chlorkalium gemengt zurückbleibt, mit Wasser auswäscht und alsdann mit Salpetersäure kocht, so löst er sich nach und nach auf, und aus der klaren Auflösung erhält man nach dem Erkalten lange, farblose, durchsichtige Krystalle, welche diese Säure im reinen Zustande darstellen. Es sind geschobene, 4seitige Prismen von  $95^{\circ} 36'$ , die an den Enden mit einer Zuschärfung von  $83^{\circ} 24'$  begränzt sind, so daß also eine Zuschärfungsfläche mit einer Seitenfläche einen Winkel von  $123^{\circ} 35'$  bildet. Die Krystalle sind parallel der stumpfen Seitenkante sehr vollkommen spaltbar, die Spaltungsflächen sind vollkommen glatt und glänzend, die Krystallflächen dagegen wohl glatt, geben aber durch Spiegelung keine scharf begränzten Bilder, so daß die angegebenen Winkel auch nur als Annäherungen an die wahren Werthe betrachtet werden können. Da nun der Zu-

schärfungswinkel des Endes nach den angegebenen Messungen von dem scharfen Seitenkantenwinkel ( $84^{\circ} 24'$ ) nur um  $1^{\circ}$  abweicht, die gemessenen Winkel selbst aber nicht für sehr genau gehalten werden können, so könnte es wohl seyn, daß der Unterschied in den Winkeln nur durch Messungsfehler entstanden, beide Winkel also gleich, und die Krystalle Quadratoctaëder wären, zumal da auch die Krystalle zuweilen so erscheinen, wenn die Zuschärfungsflächen des oberen und unteren Endes so weit zusammenrücken, daß sie sich berühren. — Welche Ansicht die richtige ist, werden Messungen, die an besseren Krystallen angestellt sind, lehren.

Um die Zersetzung des Schwefelcyankaliums zu beschleunigen, habe ich es vortheilhaft gefunden, das doppelte Gewicht fein geriebenes Kochsalz damit zu mengen, wodurch dem Chlor eine größere Oberfläche dargeboten wird. Man muß vermeiden, das Schwefelcyankalium zum Schmelzen zu bringen, weil in diesem Falle die Zersetzung unvollständig und die Reaction sehr stürmisch ist. Es ist gut die Retorte mit dem Gemische anfänglich in ein Bad von Chlorcalcium zu setzen, und erst gegen Ende starkes Feuer zu geben.

Im Anfang der Operation destillirt Chlorschwefel ab; zuletzt, wenn die Hitze bis zum Glühen des Bodens der Retorte getrieben wird, setzen sich im Halse lange Nadeln von Chlorcyan an.

Der gelbe Rückstand wird ausgewaschen, und, feucht oder trocken, mit verdünnter oder concentrirter Salpetersäure übergossen. Anfangs entwickelt sich hierbei salpetrige Säure, die ohne Zweifel durch Oxydation von Schwefel gebildet wird, der dem gelben Körper anhängt. Bei fortgesetztem Kochen bemerkt man stets ein Aufbrausen; hat man concentrirte Salpetersäure genommen, so löst sich nach und nach alles auf, indem der Körper immer heller gelb und zuletzt weiß wird; bei verdünnter Salpetersäure verwandelt er sich in weiße perlmutterglän-



zende Schuppen; diese lösen sich ebenfalls vollständig auf, wenn man mehr Wasser hinzugießt.

Die Krystalle, die man nach dem Erkalten der sauren Auflösung gewonnen hat, werden mit Wasser so lange ausgewaschen, bis alle Säure entfernt ist; man löst sie alsdann in reinem Wasser auf und läßt dies langsam erkalten.

Man erhält nun die neue Säure in breiten Blättern, welche einen starken Metall- oder Perlmutterglanz besitzen; sie ist in kaltem Wasser auflöslicher als die Cyanursäure, so daß man durch Abdampfen der Mutterlauge eine neue Quantität gewinnt. Sie enthält Krystallwasser, das sie an warmer Luft leicht und vollständig verliert.

Trocken erhitzt, liefert sie dieselben Producte, welche man von der Destillation der Cyanursäure kennt, nämlich Cyansäurehydrat, das sich sogleich in den bekannten weißen Körper, in die sogenannte unlösliche Cyanursäure, verwandelt.

Die Analyse hat ferner bewiesen, daß sie mit Cyanursäure einerlei procentische Zusammensetzung hat; die krystallisirte Cyanylsäure verliert beim Trocknen 21 Proc. Krystallwasser, genau dieselbe Menge, welche die wasserhaltige Cyanursäure enthält. Sie liefert, mit Kupferoxyd verbrannt, ein Gasgemenge, worin in 3 Vol. 2 Vol. Kohlensäure und 1 Vol. Stickstoff enthalten ist.

Zur Bestimmung des Mischungsgewichts der Säure wurde eine Portion mit Ammoniak neutralisirt und mit salpetersaurem Silberoxyd niedergeschlagen. Der weiße aufgequollene Niederschlag war vollkommen trocken, pulverig, nicht krystallinisch.

0,933 dieses cyanyls. Silberoxyds gaben 0,545 Chlorsilber  
0,582 - - - - - hinterließen nach dem

Glühen 0,264 glänzend weißes metallisches Silber.

Nach der ersten Analyse ist das Atomgewicht der Säure 1620,07, nach der andern 1626,0.

Das Atomgewicht der Cyanursäure ist 813,585; man

wird bemerken, daß das Mischungsgewicht der neuen Säure genau das Doppelte ist.

I. 0,370 Grm. getrocknete Säure gaben ferner 0,381 Kohlensäure und 0,085 Wasser.

II. 0,7995 cyanylsaures Silberoxyd lieferten 0,093 Wasser und 0,447 Kohlensäure.

Die Säure besteht mithin in 100 Theilen:

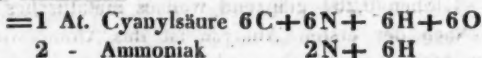
	I.	II.
Kohlenstoff	28,479	29,03
Wasserstoff	2,543	2,44
Stickstoff	32,732	32,86
Sauerstoff	36,246	35,67

Mit Zugrundlegung des aus dem Silbersalz ausgemittelten Atomgewichtes berechnet sich darnach folgende theoretische Zusammensetzung:

	in 100.
6 At. C = 458,622	28,1854
6 - H = 37,438	2,3008
6 - N = 531,108	32,6401
6 - O = 600,000	36,8746

1 Atom Cyanylsäure = 1627,1688:

Der gelbe Körper, woraus die Cyanylsäure besteht, ist eine Verbindung von  $6C + 8N$ . Bei Behandlung mit Salpetersäure entsteht daraus Cyanylsäure, und man findet in der Salpetersäure eine große Menge Ammoniak; letzteres ist gebildet worden aus einem Theile Stickstoff der Substanz und aus Wasserstoff aus dem Wasser der Salpetersäure. In einem Atom des gelben Körpers  $= 6C + 8N$  und 6 At. Wasser  $= 6O + 12H$  haben wir aber genau die Elemente von neutralem wasserfreien cyanylsauren Ammoniak




---

1 At. Melon + 6 At. Wasser  $6C + 8N + 12H + 6O$ .

Wenn sich auch ein Theil des gelben Körpers mit Salpetersäure gänzlich zersetzt, was wahrscheinlich ist, denn man erhält weniger Säure als man sonst erhalten müßte, so kann man kaum daran zweifeln, daß bei derjenigen Portion, welche Cyanylsäure liefert, die Zersetzung nach der angegebenen Formel vor sich geht, obgleich man hiernach nicht einsieht, warum nur Salpetersäure und keine andere zu ihrer Bildung Veranlassung giebt.

Die vollkommene Gleichheit in den Eigenschaften der Cyanylsäure und Cyanursäure giebt der Vermuthung Raum, daß sie beide vielleicht nur der Einmischung einer fremden Substanz ihr so sehr verschiedenes Ansehen verdanken. Dagegen läßt sich nicht viel sagen; man hat diese Meinung einst bei allen isomeren Verbindungen gehabt. Ich glaube übrigens, daß die Analyse eine bemerkbare Einmischung nicht verborgen gehalten hätte, denn die geringen Abweichungen, die man von der theoretischen Zusammensetzung bemerkt, sind die gewöhnlichen Beobachtungsfehler.

Die eine Säure, die Cyanylsäure, wird übrigens sehr häufig in die andere verwandelt; löst man sie in concentrirter Schwefelsäure auf, setzt Wasser zu und krystallisirt die niederfallende Säure in Wasser um, so hat sie ihr perlmutterglänzendes Ansehen und ihre erste Form gänzlich verloren; sie ist in Cyanursäure verwandelt. Meistens erhält man bei der Darstellung beide Säuren zugleich, aber sie lassen sich ihrer ungleichen Löslichkeit wegen leicht von einander trennen. Zuerst krystallisirt Cyanursäure; gießt man nun die Flüssigkeit von den Krystallen ab, sobald perlmutterglänzende Blättchen erscheinen, so erstarrt diese nach dem völligen Erkalten beinahe gänzlich zu einer grofsblättrigen, sehr glänzenden Masse, die sich ohne Veränderung wieder auflösen und umkrystallisiren läßt.

Ammoniak kann die Cyanylsäure nicht enthalten,

Kalk zeigt es wenigstens nicht an; auch habe ich vergebens versucht, durch Verbindungen von Cyanursäure mit Ammoniak in den verschiedensten Verhältnissen eine Substanz, ähnlich der Cyanylsäure, hervorzubringen. Alle cyanyl- und cyanursäure Salze werden übrigens zerlegt, wenn sie aus sauren Flüssigkeiten krystallisiren, die Base bleibt mit der Säure verbunden zurück, und die Krystalle, die man erhält, sind reine Cyanursäure oder Cyanylsäure, wenigstens verhalten sich auf diese Weise die Salze, welche diese Säuren mit den Alkalien und alkalischen Erden bilden. Da nun die Cyanylsäure bei ihrer Darstellung aus einer sehr sauren Flüssigkeit, meistens aus concentrirter Salpetersäure krystallisirt, so kann sie keine beigemengte Base enthalten. Auf das Atomgewicht der Cyanylsäure läßt sich kein entscheidendes Gewicht legen, denn bei der Fällung von salpetersaurem Silberoxyd mittelst cyanylsauren Kalis, habe ich einen Niederschlag von derselben Zusammensetzung wie das cyanursäure Silberoxyd erhalten, so dafs es scheint, als ob auch Alkalien die Verwandlung der Cyanylsäure in Cyanursäure bewirken könnten.

Ich muß es anderen Chemikern überlassen, über diese Frage zu entscheiden; jedenfalls ist die Bildung der Cyanursäure unter den gegebenen Umständen merkwürdig genug. Ausserdem dafs dieser Weg die Cyanursäure bequemer liefert wie der Harnstoff, scheint er, wie ich glaube, zu beweisen, dafs die Entstehung einer und derselben Substanz nicht immer an die Existenz eines eigenthümlichen Radikals gebunden ist, sondern dafs es dazu nur besonderer Umstände bedarf, die ihrer Bildung nicht hinderlich sind.

#### Chlorcyan.

Bei der Zerlegung von Schwefelcyankalium durch Chlorgas auf trockenem Wege, geht neben Chlorschwe-

fel Chlorcyan über, welches sich gegen Ende des Versuchs, wenn das Feuer verstärkt wird, in dem Halse der Retorte in langen durchsichtigen Nadeln anlegt; in dem Chlorschwefel findet sich eine zweite Portion von diesem Körper aufgelöst; im Ganzen erhält man etwa 4 bis 5 Proc. des angewendeten Schwefelecyankaliums.

Man weiß, daß die Bildung der Cyansäure aus dem Chlorcyan nach den Thatsachen, die man darüber kennt, ganz räthselhaft ist. Die Zusammensetzung desselben ist der einzige Schatten, der die Cyanursäure von ihrem Ursprunge an umgeben hat; eine zahlreiche Menge von Versuchen ist dadurch veranlaßt worden, ohne daß es bis jetzt ganz beseitigt worden wäre. Mit um so größser Begierde habe ich die Gelegenheit, die mir durch eine ziemliche Portion Chlorcyan dargeboten war, benutzt, um einige analytische Versuche damit anzustellen.

Der Zusammenhang ist, wie man sehen wird, sehr einfach, und auch dieses Beispiel zeigt, daß die anscheinenden Verwicklungen in der Natur lediglich in den Unvollkommenheiten unserer Beobachtungen liegen.

So wie man das Chlorcyan nach dem beschriebenen Verfahren erhält, ist es mit etwas Chlorschwefel umgeben, den man leicht und vollkommen entfernt, wenn man es in einem Gefäße nochmals sublimirt, durch welches fortwährend trocknes Chlorgas geleitet wird.

Man bekommt es auf diese Weise in sehr weissen glänzenden Blättern und Nadeln, die einen ganz entschiedenen Geruch nach Excrementen von Mäusen besitzen. Seinen Schmelz- und Siedpunkt habe ich nicht bestimmt; beide schienen mir aber von dem, was der Entdecker dieses Körpers darüber bekannt gemacht hat, durchaus nicht abzuweichen.

Zur Bestimmung des Chlorgehaltes wurde das Chlorcyan in Weingeist aufgelöst, mit Ammoniak vermischt, die Flüssigkeit, nach Zusatz einer großen Quantität Was-

ser, so lange gekocht, bis aller Weingeist verflüchtigt war, mit einem Ueberschuß von Salpetersäure versetzt und mit salpetersaurem Silber niedergeschlagen.

Mit wässrigem Ammoniak, ohne Anwendung von Weingeist, läßt sich diese Bestimmung nicht bewerkstelligen, denn das Chlorcyan zerlegt sich mit Ammoniak auf eine andere Weise; es entsteht eine weißse, in Wasser sehr schwer lösliche neue Verbindung, welche Chlor enthält, das sich durch Ammoniak nicht entziehen läßt.

I.	0,837 Grm. Chlorcyan	lieferten	1,930 Chlorsilber
II.	0,644	-	1,487

Darnach besteht das Chlorcyan in 100 aus:

	I.	II.	berechnet.	Atome.
Chlor	56,8817	56,9409	57,03	3
Cyan	43,1183	43,0591	42,97	3

Der Unterschied dieser Analyse mit den früheren Resultaten ist so ungewöhnlich groß, daß ich diese Chlorbestimmung nur mit Mißtrauen betrachten konnte.

Bei der Zersetzung von im Weingeist gelösten Chlorcyan mit Ammoniak entsteht cyanursaures Ammoniak und Salmiak; beide fallen das salpetersaure Silberoxyd, aber das cyanursaurer Silberoxyd ist in Salpetersäure leicht löslich, und kann durch einen Ueberschuß dieser Säure von dem Chlorsilber vollkommen getrennt werden.

Ich habe die vom Chlorsilber abfiltrirte saure Flüssigkeit mit Ammoniak vorsichtig neutralisirt, das niedergefallene cyanursaurer Silberoxyd ausgewaschen und in Chlorsilber verwandelt: 0,837 Grm. Chlorcyan lieferten 0,856 Chlorsilber; das Chlor derselben Quantität Chlorcyan würde 1,930 Chlorsilber geliefert haben. Daraus geht dann hervor, daß etwa  $\frac{1}{4}$  Chlorsilber aus dem cyanursauren Silberoxyd weniger erhalten worden ist, als die Rechnung giebt. Wahrscheinlich ist hier beim Neutralisiren mit Ammoniak eine Portion saures cyanursau-

res Silber niedergefallen, wodurch dann die Menge des Chlorsilbers vermindert werden mußte.

Die Verbrennung mit Kupferoxyd giebt schon bei Kohlenstoff-Verbindungen, wenn sie zugleich Chlor enthalten, kein genaues Resultat mehr, noch viel weniger aber bei solchen, die neben Chlor noch Stickstoff unter ihre Bestandtheile zählen, die Menge Salpetergas, die sich stets bei diesen Verbrennungen erzeugt, ist ungewöhnlich groß, und die Analysen dieser Art verlieren in demselben Grade an Schärfe und Bestimmtheit. Die ersten Analysen des Chlorcyans nach dieser Methode von dem Entdecker desselben angestellt, wenn sie gleich  $\frac{1}{8}$  mehr Kohlenstoff und Stickstoff ergaben, als der supponirten Zusammensetzung aus 2 At. Chlor und 1 At. Cyan entsprechen haben würde, zeigen schon, wie wenig man sich auf diese Bestimmungen verlassen kann.

Die directe Bestimmung der Cyanursäure hat mir aber durchaus keine Schwierigkeiten dargeboten. In der That bedarf es zur Zerlegung des Chlorcyans mit Wasser keineswegs der Siedhitze; schon wenn es mit Wasser übergossen bei 50° bis 60° eine Zeit lang erwärmt wird, sieht man es nach und nach völlig verschwinden, ohne daß sich bei seiner Auflösung ein Gas entwickelt; nach dem Erkalten der Auflösung krystallisirt die Cyanursäure in regelmässigen wasserhaltigen Krystallen beinahe vollständig heraus.

Ich habe diesen Versuch mit einer gewogenen Quantität Chlorcyan in einem verschlossenen Gefäße angestellt. Sobald alles Chlorcyan verschwunden war, wurde die Flüssigkeit bis zur Trockne abgeraucht und die glänzend weißen Krystalle von Cyanursäure so lange stark erhitzt, bis sie nichts mehr am Gewicht verloren.

0,952 Grm. Chlorcyan lieferten, auf diese Weise zersetzt, 0,673 Grm. wasserfreie Cyanursäure.

100 Th. Chlorcyan gaben mithin 70,69 Cyanursäure. Diese Quantität Cyanursäure enthält aber 42,997 Cyan;

es sind mithin durch den Versuch im Ganzen in 100 Th. erhalten worden:

Chlor	56,01
Cyan	42,99
	<hr/> 99,00.

Wenn das Chlorcyan aus gleichen Atomgewichten Chlor und Cyan oder aus  $Cy_3 Cl$ , besteht, so werden 1158,840 Chlorcyan 813,585 Cyanursäure, oder 100 Chlorcyan 70,24 Cyanursäure liefern müssen; es sind 70,69 Cyanursäure erhalten worden, so daß ich nach dieser Uebereinstimmung kaum glaube, daß man für seine Zusammensetzung einer weiteren Bestätigung bedarf.

Man kennt noch eine andere, bei gewöhnlicher Temperatur gasförmige Verbindung von Chlor und Cyan, welche dem Atomverhältniß nach dieselbe Zusammensetzung besitzt wie der Körper, dessen Analyse ich so eben beschrieben habe. Ich habe angenommen, daß letzterer aus 3 At. Cyan und 3 At. Chlor zusammengesetzt ist, und betrachte als den entscheidenden Grund für diese Annahme, die Bildung der Cyanursäure, welche ebenfalls 3 At. Cyan enthält. Es ist zwar vollkommen richtig, den Formeln für die Zusammensetzung eines Körpers den einfachsten Ausdruck zu geben, allein die Zusammensetzung  $Cy + Cl$  würde, wenn auch nicht auf eine Unmöglichkeit, doch auf eine Unwahrscheinlichkeit führen; man hat übrigens keinen Grund, die Formel  $CyCl$  oder  $Cy_2 Cl_2$  für richtiger zu halten; gegen letztere scheint mir auch noch das Verhalten des Chlorcyans gegen Ammoniak zu sprechen.

Wenn man den bei Zerlegung des Schwefelcyankaliums durch Chlor erhaltenen Chlorschwefel abdestillirt, so krystallisirt daraus, wenn etwa die Hälfte übergegangen ist, eine Menge Chlorcyan; leitet man nun jetzt, indem man mit der Destillation fortfährt, und, um die Verflüchtigung des Chlorschwefels zu erleichtern, trocknes Chlor-



Chlorgas durch die Retorte, so sublimirt das Chloreyan, und es bleibt eine durchsichtige gelbe Flüssigkeit in der Retorte, deren Siedpunkt zum Wenigsten eben so hoch ist wie der Siedpunkt der concentrirten Schwefelsäure. Der heftige, die Augen aufs Empfindlichste angreifende Geruch dieses neuen Körpers hat mich abgehalten, ihn einigen Versuchen zu unterwerfen, da übrigens der gelbe, in der Retorte zurückbleibende Körper mehr Stickstoff enthält als das Cyan, so muß dieses Product jedenfalls ein größeres Verhältniß Kohlenstoff enthalten.

Das Chloreyan löst sich in absolutem Alkohol ohne Zersetzung auf; von gewöhnlichem Alkohol wird es ebenfalls leicht aufgenommen, aber kurze Zeit nach der Auflösung erhitzt die Flüssigkeit sich heftig; es entwickeln sich Dämpfe von Chlorwasserstoffsäure, und man sieht eine Menge glänzender Würfel von Cyanursäure zu Boden fallen.

#### Cyanamid.

Wenn man krystallisirtes Chloreyan mit wässrigem Ammoniak übergießt und gelinde erwärmt, so verliert es seine krystallinische Beschaffenheit und verwandelt sich in ein weißes glanzloses Pulver. In heißem Wasser ist dieser Körper in geringer Menge auflöslich und fällt daraus beim Erkalten in weißen Flocken wieder nieder.

Man erhält diese Substanz ebenfalls, wenn man über gepulvertes Chlorcyan, in einer horizontal liegenden Glasröhre, trocknes Ammoniakgas leitet. Beide zerlegen sich anfänglich unter schwacher Wärmeentwicklung, die man zuletzt unterstützen muß.

Man erhält einen weißen oder gelblichweißen pulverigen Körper, dem man durch Waschen mit kaltem Wasser allen Salmiak entziehen kann.

Es ist ein Cyanamid, allein seine Zusammensetzung weicht von der anderer Amide darin ab, daß es Chlor enthält, von dem man es weder durch Waschen mit Wasser noch durch Kochen mit Aetzammoniak befreien

kann. Sein Verhalten, wenn man es trocken erhitzt, giebt ihm einige Aehnlichkeit mit dem Ammelin und Melamin; es sublimirt eine krystallinische Substanz, in der alles Chlor enthalten ist, und es bleibt ein citronengelber Rückstand, welcher beim Glühen völlig in Cyangas und Stickgas zerfällt.

Das Verhalten des Cyanamids gegen Aetzkali ist eben so auffallend. Es löst sich unter Entwicklung von Ammoniak auf, allein nur schwierig. Sättigt man die klare Auflösung mit Essigsäure, so krystallisirt nicht, wie man erwarten sollte, saures cyanursäures Kali heraus, sondern es fällt ein weißer flockiger Körper nieder, der, wie die Ammoniakentwicklung beweist, eine andere Zusammensetzung haben muß als das Cyanamid.

$N + CO_2$  86 ; 80 ; 97,5 ; 110  
N 38 ; 35 ; 44 ; 49

0,537 Grm. Cyanamid lieferten ferner 0,156 Wasser und 0,551 Kohlensäure.

Da das Verhältniß des Stickstoffs zum Kohlenstoff bekannt, der Wasserstoff wie der Kohlenstoff bestimmt ist, muß sich das Chlor als Complement der analysirten Quantität ergeben; allein die Formel, die man aus diesen Daten berechnen kann, zeigt, wie es scheint, weiter nichts, als daß man es hier mit zwei Verbindungen zu thun hat.

Ich bemerkte auch, daß die innere Fläche einer Glocke, unter welcher Cyanamid bei 120° bis 130° erhitzt worden war, sich mit sehr glänzenden geruchlosen Krystallen bedeckte, während das Cyanamid für sich nicht flüchtig zu seyn scheint. Die Formel  $C_5N_8H_8Cl$ , nach welcher es eine Verbindung wäre von

$C_4N_8H_8 + C_2N_2Cl$ ,

d. h. von einem wirklichen Cyanamid, ähnlich dem Oxamid und Halbchloreycan, so wie die Formel  $C_5N_8H_8Cl$  passen gleich gut auf diese Analyse; man sieht daraus, daß sie nicht viel werth ist; ich habe mich aus dem Grunde nicht weiter damit beschäftigt, weil die Zerlegung dieses Körpers mit Alkalien eine neue Verbindung

anzuzeigen scheint, deren Untersuchung mehr Zeit erfordert hätte, als ich darauf verwenden konnte.

Ich will übrigens nicht unerwähnt lassen, daß ich während der ganzen Untersuchung dieser neuen Klasse von Körpern die Hoffnung gehegt habe, eine Verbindung zu erhalten, welche auf die Zusammensetzung der Harnsäure hätte führen können; ich habe kaum nöthig, auf die Gründe im Besondern einzugehen, jeder wird sie von selbst bemerken. Um jede fernere Untersuchung in dieser Beziehung zu erleichtern, habe ich dieser Abhandlung eine neue Analyse der Harnsäure, welche, wie ich glaube, richtiger ist als die man bis jetzt kennt, beigegeben.

#### Kalisalz.

Wenn man Melam, Ammelin, Ammelid, Cyanamid trocken bis zum Glühen erhitzt, so werden diese Körper zerlegt, und es bleibt eine citronengelbe Substanz zurück, die sich in Aetzkali beim Kochen vollkommen auflöst. Beim Abdampfen dieser Auflösung gesteht sie zu einer krystallinischen Masse, die aus langen, feinen, seidenartigen Nadeln besteht. Man erhält das nämliche Kalisalz, wenn man Melon oder den gelben Körper in Kalilauge auflöst, welcher durch Zersetzung von Schwefelcyankalium mit Chlor gebildet wird.

Dieses Salz ist durch mehrmalige Krystallisation farblos zu erhalten, es ist im Wasser sehr auflöslich, unauflöslich im Weingeist, so daß man es sogleich aus der alkalischen Auflösung in Gestalt kleiner, weißer, krystallinischer Nadeln erhalten kann, wenn man sie mit ihrem Volumen Weingeist vermischt.

Das Salz reagirt sehr alkalisch, enthält Krystallwasser, schmilzt beim Erhitzen unter Entwicklung von Ammoniak, ohne sich zu schwärzen, und liefert alsdann reines cyansaures Kali.

1) Die Resultate dieser Analyse stimmen genau mit der von Mitscherlich, Ann. Bd. XXXIII S. 335.

P

Wenn man es in Wasser auflöst, einige Tropfen Essigsäure und nachher Chlorbaryum zusetzt, so bildet sich sogleich oder nach einiger Zeit ein krystallinischer Niederschlag in feinen Nadeln, von saurem cyanursaurem Baryt.

Löst man es in concentrirter Salzsäure oder Salpetersäure auf, so erhält man beim Erkalten eine Menge Krystalle von reiner Cyanursäure. Wird eine nicht zu verdünnte Auflösung dieses Salzes an die Luft gestellt, wo sie Kohlensäure anzieht, oder vorsichtig neutralisirt, so entsteht ein weißer Niederschlag, nach dessen Entfernung durch Filtriren man in der Flüssigkeit cyansaures Kali findet.

Man sieht daraus, dafs der gelbe Körper, mit Kali gekocht, die nämlichen Producte giebt, wie mit Salpetersäure, nämlich Cyanur- oder Cyanylsäure, allein es entsteht hierbei eine geringe Menge eines anderen Salzes, durch dessen Einmischung das cyanursaure Salz verlarvt wird. Ich will die Resultate einer Analyse hier anführen; sie beweist nichts anderes, als was ich so eben erwähnt habe, nämlich dafs man es mit einem Gemenge zweier Verbindungen in den ungleichsten Verhältnissen zu thun hat.

Ich habe den weißen Körper, der hier dem cyanursauren Salze beigemischt ist, nicht in hinlänglicher Menge erhalten, um eine Untersuchung damit vornehmen zu können. Bemerkenswerth ist übrigens die geringe Menge Wasserstoff, welche in dieser Analyse erhalten worden ist; den Wasserstoff abgerechnet, welcher dem cyanursauren Salze angehört, scheint es als ob diese fremde Substanz keinen Wasserstoff enthält; berechnet man nach diesem Wasserstoffe die Menge von Kohlenstoff, Sauerstoff und Stickstoff, welche zur Zusammensetzung der Cyanursäure gehört, so bleibt Kohlenstoff und Stickstoff im Verhältnifs von 6:8 übrig, und kein Sauerstoff; es könnte demnach dieses Kalisalz ein Gemenge von Melonkalium

mit cyansaurem Kali seyn, wie ich aber schon erwähnt habe, sind dieß Voraussetzungen, die auf sehr unsicheren Grundlagen ruhen.

Das Kalisalz schlägt salpetersaures Silber weiß nieder; der Niederschlag wurde ausgewaschen, getrocknet und verbrannt.

0,405 Silbersalz hinterließ 0,226 metallisches Silber  
0,389 - - - 0,219 - - -

Stickstoffbestimmung.

CO <sub>2</sub> + N	98,5 ; 121,5 ; 86,5 ; 93,5
N	36 ; 45 ; 31,5 ; 34

N : C = 5,7 : 10.

1,74 lieferten 0,576 Kohlensäure und 0,047 Wasser.  
Darnach ist die Zusammensetzung in 100 Theilen:

Kohlenstoff	33,73
Wasserstoff	1,11
Stickstoff	42,98
Sauerstoff	22,18.

### III. Ueber das Zusammenströmen flüssiger Körper, welche durch poröse Lamellen getrennt sind; von E. B. Jerichau.

Kandidaten der polytechnischen Schule in Kopenhagen <sup>1)</sup>.

#### §. 1.

Eine gabelförmig anderthalb Linien weite Glasröhre (Fig. 13 Taf. III) wurde an einem Ende mit Siegelack verschlossen, und dann, nachdem der verschlossene Schenkel mit Wasser, der gebogene Theil mit Quecksilber und

1) Vorstehende, mir von Hrn. Prof. Oersted übersandte Abhandlung wurde von der Kopenhagener Universität mit dem von ihr für Arbeiten aus der Experimentalphysik ausgesetzten Preis gekrönt.

P.

der offene Schenkel zum Theil mit einer Auflösung von Zucker in Wasser angefüllt worden war, aufrecht hingestellt. Die Zuckerlösung wählte ich, weil sie, nach Dutrochet, das Ineinanderdringen am stärksten zeigen soll, und ich hoffte dabei, daß dieser Act durch den Zwischenraum zwischen dem Quecksilber und dem Glase eintreten werde.

Wirklich war auch nach einigen Wochen das Quecksilber in dem verschlossenen Schenkel um eine Linie gestiegen; da indess zu vermuthen stand, daß der Lack nicht so dicht an das Glas geschlossen hatte, um alle Verdampfung des Wassers durch einen etwaigen capillaren Zwischenraum zwischen Lack und Glas zu hindern, so nahm ich eine andere, gleichfalls gebogene Röhre, die an einem Ende zugeschmolzen war, und füllte sie auf gleiche Weise wie die vorige.

Um genau erkennen zu können, ob ein Steigen stattgefunden habe, stellte ich einen kleinen Spiegel mit einem eingeritzten Querstriche so zwischen den Schenkeln der Röhre auf, daß er dicht an dem verschlossenen Schenkel stand, und daß der Strich, wenn er das Bild des Auges quer über dem Augapfel schnitt, zugleich als Tangente an der Quecksilberkuppe in der Röhre erschien. Bei geringem Steigen des Quecksilbers mußte das Auge bedeutend fortgerückt werden, wenn der Strich noch als Tangente der Quecksilberkuppe erscheinen und zugleich durch die Mitte des Augenbildes gehen sollte.

Nach einigen Versuchen wurde gefunden, daß eine an dem einen Ende zugeschmolzene Röhre, von ungefähr einer Linie im Durchmesser, die gesuchte Wirkung hervorbrachte. Diese Röhre wurde mit Wasser gefüllt, darauf ein Quecksilbertropfen, der in der Röhre nur eine Länge von 0,7 Lin. einnahm, hineingebracht, alsdann derselbe einige Linien tief hinabgeschoben und in das Wasser über ihm etwas Zuckerstaub geschüttet, um eine Zuckerlösung zu bilden. Nun wurde die Röhre an einen

Spiegel befestigt, und gerade so, daß der auf letzterem eingeritzte Strich ungefähr 0,3 Linien vor dem Quecksilbertropfen gesehen werden konnte. Dann wurde das Ganze horizontal hingelegt, damit der Quecksilbertropfen nicht durch sein Gewicht herabgedrückt werde.

Es zeigte sich nun, daß dieser Tropfen langsam gegen das geschlossene Ende der Röhre vorschritt. Nach Verlauf eines Monats hatte er so indess noch kaum eine Linie zurückgelegt. Das dadurch ausgetriebene Wasser hatte sich mit der Zuckerlösung vereinigt, und diese war durch Verdampfung zwar etwas concentrirter geworden, ohne indess Krystalle abzusetzen. Durch Untersuchung zeigte sich auch, daß Etwas von der Zuckerlösung den entgegengesetzten Weg nach dem Wasser eingeschlagen hatte.

Eine Gummilösung, statt der Zuckerlösung angewandt, gab dasselbe Resultat. In 10 Tagen war der Quecksilbertropfen etwa 0,2 Lin. nach dem geschlossenen Ende der Röhre vorgerückt.

In der weiten Röhre mit dem zugeschmolzenen Arme bewegte das Quecksilber sich nicht im Geringsten aus der Stelle.

Mit einem anderen Stücke einer engen Röhre, die auch an dem einen Ende zugeschmolzen war, wurde der Versuch in umgekehrter Ordnung angestellt, so daß sie zwischen dem geschlossenen Ende und einem Quecksilbertropfen eine dichte Zuckerlösung, und nächst dieser vor dem Tropfen etwas Wasser enthielt; was das letztere durch Verdampfung verlor, wurde durch Hinzugießen wieder ersetzt. Die erwartete Wirkung trat ein; der Tropfen bewegte sich nämlich gegen das offene Ende der Röhre, indem das Volum der Zuckerlösung durch das eingedrungene Wasser vergrößert wurde. Um zu erfahren, ob etwas von der Zuckerlösung in das Wasser gedrungen sey, hielt ich mit dem Zugießen von neuem Wasser ein. Als der größte Theil des Wassers freiwil-

lig verdampft war, war auch das vor dem Tropfen Zurückgebliebene zu einer dichten Zuckerlösung geworden, und zugleich hatte dies die natürliche Wirkung, daß die Bewegung des Quecksilbertropfens aufhörte.

## §. 2.

Den Querschnitt des kleinen Verbindungskanals zwischen den Flüssigkeiten auf beiden Seiten des Quecksilbers suchte ich dadurch zu bestimmen, daß ich die zuletzt angewandte Röhre, nachdem sie gereinigt worden, mit Wasser anfüllte und darauf einen Quecksilbertropfen hineinbrachte, so daß dieser bloß von Wasser umgeben war. Die an dem Spiegel befestigte Röhre wurde nun so gestellt, daß der Tropfen in lothrechter Richtung sinken mußte. In 24 Stunden war er nur ungefähr eine Linie gesunken.

Der Versuch wurde nun dahin abgeändert, daß ich statt des Wassers eine Zuckerlösung nahm; in dieser sank der Tropfen 4 bis 5 Mal geschwinder. Hier mußte folglich der Verbindungskanal größer als beim Wasser gewesen seyn.

Wenn also Wasser auf der einen, und Zuckerlösung auf der anderen Seite eines Quecksilbertropfens sich befinden, so muß die Zuckerlösung den Tropfen mehr zusammendrücken als es das Wasser thut, und es muß demnach der Querschnitt eine solche Form enthalten, wie sie in beifolgender Figur, jedoch der Deutlichkeit wegen, vergrößert gezeichnet ist.

In einer Gummilösung sinkt der Tropfen noch geschwinder als in Zuckerwasser, und noch mehr ist dies der Fall in einer Lösung von schwefelsaurem Natron. Da ich indeß nicht so über meine Zeit zu gebieten hatte, daß ich diese Versuche bei einem festgesetzten Wärme-grad anstellen konnte, so lassen sie sich nicht mit einander vergleichen.



## §. 3.

Das Instrument, welches Dutrochet Endosmometer nennt, und welches nichts anderes ist als eine Art Trichter mit einem langen engen Halse und einem ausgeschweiften Rande an dem erweiterten Theil, über welches eine thierische Blase oder anderes Häutchen gebunden worden, hatte ich von solcher Gröfse anfertigen lassen, dafs der erweiterte Theil, der eine halbkugelförmige Gestalt besafs, anderthalb Zoll im Durchmesser, und der Hals, bei einer halben Linie Weite, elf Zoll Länge besafs (Fig. 14 Taf. III). In den mit einer aufgeweichten Blase überbundenen und mit dem Halse nach oben gekehrten Trichter gofs ich eine Gummilösung, so dafs sie noch bis auf einen Zoll in den Hals reichte. Ausen um den Trichter herum war eine Zuckerlösung, und ihr Niveau stand einen halben Zoll tiefer.

Das specifische Gewicht der beiden Flüssigkeiten war so wenig als möglich verschieden, denn es war bei einem und demselben Wärmegrad so abgepafst, dafs ein in dieselben untergetauchtes Stück Bernstein von Erbsengröfse weder mit merklicher Kraft zu steigen noch zu sinken strebte. Diese Art, das specifische Gewicht abzumessen, wählte ich aus mehreren Gründen. Erstlich ist sie an und für sich sehr genau; dann kann sie bei einer sehr geringen Quantität von Flüssigkeit angewandt werden, was besonders erforderlich ist, wann untersucht werden soll, ob das specifische Gewicht der Flüssigkeit in dem Trichter sich verändert habe, und sie giebt dabei augenblicklich einen Ausschlag; endlich gewährt sie den Vortheil, dafs die Bernsteinstücke sowohl in die innere als die äufsere Flüssigkeit gelegt werden können, wenn man zu wissen wünscht, ob während des Versuchs irgend eine Veränderung mit dem specifischen Gewichte derselben vorgegangen ist. Ueberdiefs haben die Flüssigkeiten bei einem specifischen Gewichte, wie das

des Bernsteins = 1,078, eine Liquidität, wie sie sich gerade zu diesen Versuchen eignet.

In einem Haarröhrchen, worin die Zuckerlösung eine Linie stieg, hob sich die Gummilösung um  $\frac{3}{8}$  Linie. Als der Apparat zusammengestellt war, fing das Niveau der letzteren sogleich zu sinken an, und nach Verlauf von acht Stunden stand es unter dem äufsern. Die Nacht über sank es noch etwas. Es wurde nun noch so viel Gummilösung in den Trichter gegossen, dafs sie wieder eben so hoch stand wie zu Anfange des Versuchs; aber nun zeigte sich weder Steigen noch Fallen. Der Grund hiervon, glaubte ich, könnte darin liegen, dafs die Blase sich in der ersten Zeit erweitert und so das Sinken veranlafst habe. Ich beschlofs daher sogleich einen Versuch in umgekehrter Ordnung vorzunehmen.

Als der Apparat aus einander genommen ward, fand sich, dafs die Gummilösung, welche in dem Trichter gewesen war, einen sehr merkbaren Zuckergeschmack besafs, ein Beweis, dafs von der Zuckerlösung nicht wenig durch die Blase gedrunken war. Da diefs die Ursache jenes Stillstehens seyn konnte, so ward dadurch die Vermuthung von der Erweiterung der Blase geschwächt.

Der gereinigte Trichter wurde mit einem anderen Stück aufgeweichter Blase überbunden und dabei gehörig straff ausgespannt. Dann wurden Flüssigkeiten von derselben Beschaffenheit wie die früheren in den Apparat gebracht, nur in umgekehrter Ordnung, und so, dafs das innere Niveau einen Zoll höher stand als das äufsere, damit der Druck auf die Blase etwas stärker sey, und falls eine Ausdehnung derselben stattfinde, dieselbe merkbarer werde.

Die innere Flüssigkeit fing sogleich an mit einer Geschwindigkeit von einigen Linien in der Stunde zu steigen, doch liefs diese Geschwindigkeit allmählig nach, und am folgenden Tage war sie sehr unbedeutend. Aufsen hatte sich an die Blase eine Schicht gelegt, die viel Zucker enthielt und zäher war als die übrige Gummilösung.

Als diese Schicht abgeschabt wurde, trat sogleich ein stärkeres Steigen ein; und durch Wiederholung dieser Operation wurde es endlich erreicht, daß die Flüssigkeit in dem Halse des Trichters noch höher stieg und endlich überfloß. Die Flüssigkeit war um 10 Zoll über das äußere Niveau gestiegen, und die Steigkraft betrug also mehr als 0,8 Zoll Quecksilberdruck.

Ich ließ nun den Apparat ruhig stehen. Dadurch hatte sich nach Verlauf eines Tages die Wirkung so verändert, daß die Flüssigkeit in dem Halse fortwährend sank und nach ein Paar Tagen selbst bis in den erweiterten Theil. Die Flüssigkeiten hatten sich nun so verändert, daß die innere, nämlich die Zuckerlösung specifisch leichter, die äußere specifisch schwerer war. Die innere war dabei sehr flüssig und schien nicht besonders viel Gummi aufgenommen zu haben, da sie keine gelbe Farbe besaß. Eine dünne, auf der inneren Seite der Blase ruhende Schicht zeigte, daß das eingedrungene Gummiwasser sich nicht gleichmäßig mit der Zuckerlösung vermischt hatte, es sey denn, diese Schicht wäre dadurch entstanden, daß der Zucker angefangen hätte, die Blase zu verändern.

Dieser Versuch verdiente eine Wiederholung. Ich überband daher den Trichter mit einem dünnen Häutchen, welches von der inneren Seite einer Ochsenblase abgelöst worden war, und füllte den Trichter mit einer Zuckerlösung von einem solchen specifischen Gewicht, daß ein Stück Bernstein darin noch eine ganz geringe Steigkraft hatte. Außerhalb brachte ich eine Gummilösung von gleichem specifischen Gewicht an, und zwar so, daß ihr Niveau ein Paar Zoll tiefer stand als das des Zuckerwassers. Letzteres stieg, und nach Verlauf von fünf Viertelstunden war das Bernsteinstück im Trichter auf die Blase hinabgesunken, zum Beweise, daß das Zuckerwasser specifisch leichter geworden war. Die Wärme hatte keinen Theil daran, da vielmehr das Thermometer eine Ab-

nahme derselben von etwa einen halben Grad gab, und ein Stück Bernstein von gleichem specifischen Gewichte wie das im Trichter in einer andern, in einer Flasche verwahrten Portion derselben Zuckerlösung noch nach wie vor denselben Widerstand gegen das Sinken zeigte. Auch bestätigte sich, daß die Gummilösung an specifischem Gewicht zugenommen hatte; denn da ich bei einem neuen Versuche die Lösung etwas specifisch leichter machte als ein darin untergetauchtes Stück Bernstein, war dieses bereits nach Verlauf einer halben Stunde nach Zusammenstellung des Apparats vom Boden des Glases hinauf zur Blase gestiegen. Um mich mehr davon zu vergewissern, mischte ich gleich darauf einige Tropfen zu der Gummilösung, so daß der Bernstein wieder zu Boden sank, und fand, daß derselbe nach Verlauf einer Stunde aufs Neue zur Blase hinaufgestiegen war. Durch einen Blechdeckel auf dem Glase war dafür gesorgt, daß das Gummiwasser sich nicht durch Verdampfung verdichten konnte.

Beim Einkochen einer der bei diesen Versuchen in dem Trichter gewesenen Zuckerlösung fand sich, daß sie ein Viertel ihres Volums verlieren konnte, ehe sie wieder, nach dem Erkalten, das specifische Gewicht des Bernsteins angenommen hatte. Beim weiteren Einkochen zur Syrupsconsistenz und bei Behandlung mit Alkohol zeigte sie nur durch ein milchartiges Ansehen eine Spur von Gummi, und diese Trübung verschwand, sobald man den Alkohol verdampfen liefs.

#### §. 4.

Da diese Versuche nicht mit dem übereinstimmen, was Dutrochet gefunden haben will, nämlich nicht damit, daß das Steigen in Haarröhrchen das Zusammenströmungsverhältniß bestimme, so wiederholte ich seinen Hauptversuch mit Lösungen von Glaubersalz und Kochsalz, nur gab ich diesen Lösungen das specifische Gewicht des Bernsteins  $= 1,078$ , während er dieselben vom

specifischen Gewicht  $= 1,085$  nahm, was indess so gut wie dasselbe ist. Durch mehrer wiederholte Versuche fand ich, daß das Wasser immer in größerer Menge durch die Blase zur Kochsalzlösung als zur Glaubersalzlösung hineindrang.

Einen Versuch stellte ich auf folgende Weise an. Die Auflösung im Trichter war ein wenig specifisch schwerer als das darin befindliche Stück Bernstein. Nachdem ich dasselbe im Wasser untergetaucht hatte, wartete ich bis es durch die, vermöge des hineingedrungenen Wassers, erfolgte Verdünnung der Lösung zu sinken begann; von diesem Augenblick zeichnete ich das Steigen in dem Trichterhalse alle fünf Minuten auf. Das Steigen wurde von einem und demselben Anfangspunkt gemessen, und betrug für die Glaubersalzlösung in 5 Minuten  $1\frac{1}{2}$  Linien, in 10 Minuten  $3\frac{3}{4}$ ", in 15 Minuten  $5\frac{2}{3}$ ", und für die Kochsalzlösung in 5 Minuten  $2\frac{3}{4}$ ", in 10 Minuten  $7\frac{1}{2}$ " und in 15 Minuten  $11\frac{1}{3}$ ".

Dies stimmt, wie man sieht, gut mit Dutrochet's Angabe, daß das Steigen der beiden Flüssigkeiten in gleichen Zeitabschnitten sich wie 2 : 1 verhalte. Allein nach seiner Annahme soll diejenige Flüssigkeit die stärkere Endosmosenströmung, wie er's nennt, hervorbringen, die in Haarröhrchen die weniger steigende ist, und daraus würde man schliessen, daß die Kochsalzlösung in einem Haarröhrchen weniger hoch steige als die Glaubersalzlösung. Dies ist aber selbst nach Dutrochet nicht der Fall, denn derselbe fand, daß bei  $10^{\circ}$  R. in einem und demselben Haarröhrchen das Wasser 12 Linien, die Kochsalzlösung 10 Linien und die Glaubersalzlösung 8 Linien stieg <sup>1)</sup>. Ich vermuthete deshalb, daß sich bei Angabe dieser Zahlen ein Fehler eingeschlichen habe, und beschloß daher die Versuche mit dem Haarröhrchen zu wiederholen.

Um die Haarröhrchen zu reinigen, bediente ich mich

1) Annal. Bd. XXVIII S. 359. P.

nicht des von Dutrochet vorgeschriebenen Verfahrens, einen Faden durch die Röhrchen zu ziehen, da es sich zeigte, daß dieser leicht Fettigkeit von den Fingern annimmt und der Röhre mittheilt, sondern ich tauchte zuerst das Röhrchen in Weingeist, welcher Fettigkeiten besonders gut abnimmt und die feinen Staubtheilchen fortführt. Um die Steighöhe des Wassers zu beobachten, wurde der Weingeist aus der Röhre geblasen, diese darauf in Wasser getaucht, und um das Weingeisthäutchen fortzuschaffen das Wasser durch dieselbe aufgesogen. Als dieß geschehen war, wurde die Steighöhe des Wassers beobachtet. Um das Steigen der Salzlösungen zu beobachten, wurde die Röhre gleich darauf aus dem Wasser gezogen, dann getrocknet und nun von dem darin aufgestiegenen Wasser befreit, erstlich durch Herausblasen und dann durch Aufsaugen von Salzlösung.

Durch dieses Verfahren, welches immer einerlei Resultate gab, wurden für das Steigen in einem engen Haarröhrchen folgende Werthe gefunden. Die Kochsalzlösung stieg 22, das Wasser etwas über 23 und die Glaubersalzlösung etwas weniger als 21 Linien. In einem weiteren Haarröhrchen stiegen diese Flüssigkeiten, in derselben Ordnung genommen, ein wenig über und unter 9 Linien.

Bei Ausmessung durch Quecksilber wurde das Verhältniß der Durchmesser dieser Röhrchen  $= 1277 : 566$  oder  $= 22 : 9,75$  gefunden, was mit den Steighöhen für eine und dieselben Flüssigkeiten, die nach den obigen Versuchen ungefähr im Verhältniß 22 : 9 stehen, wohl übereinstimmt.

In der engen Röhre stieg Weingeist 9 Linien hoch, was der Richtigkeit meiner Versuche zur Bestätigung dient. Denn Gay-Lussac hat mit Hilfe eines eigends dazu eingerichteten Apparats gefunden, daß in einer Röhre, worin Wasser sich 23,1634 Millimeter erhob, Weingeist bis zu der Höhe von 9,18235 Millimetern stieg, ein Zah-

lenverhältniſſs, welches beinah dasselbe ist, welches ich durch bloſſe Messung mit einem Zirkel und einer Skale gefunden habe. Zu bemerken ist, daſs ich durch einen glücklichen Zufall gerade eine Röhre erhalten habe, deren Durchmesser sich zu dem der von Gay-Lussac angewandten Röhre beinahe wie ein Millimeter zu einer dänischen Linie verhielt.

Dutrochet würde also, das ist gewiſs, haben finden müſſen, daſs in dem obigen Falle die Endosmosen sich *umgekehrt* wie die Steighöhen in Haarröhrchen verhalten, wiewohl dieſs ſeiner Theorie widerspricht.

#### §. 5.

Befand sich in dem Trichter eine Zuckerlösung, und in dem Glase eine Kochsalzlösung, beide von dem ſpecifiſchen Gewichte des Bernſteins, und getrennt durch die über den Trichter gebundene Blase, ſo ſtieg die erſtere in dem Trichterhals. War dagegen dieſen Auflösungen eine ſolche Dichtigkeit gegeben worden, daſs die eine in einem Haarröhrchen eben ſo hoch als die andere ſtieg, und befand sich die Salzlösung, als die ſpecifiſch ſchwerere, in dem Trichter, die Zuckerlösung aber in dem Glase, ſo ſtieg die erſte einige Zeit hindurch in dem Trichterhalse, begann aber hernach zu fallen, und blieb dabei, ſelbſt nachdem ſie auf gleiches Niveau mit der äußeren Zuckerlösung gekommen war.

Dieſer Verſuch wurde umſtändlicher mit der Abänderung wiederholt, daſs der Salzlösung ein ſpecifiſches Gewicht gegeben wurde, bei welchem ſie in einem Haarröhrchen weniger ſtieg als eine Zuckerlösung. Um 5  $\frac{1}{4}$  Uhr Nachmittags war der Apparat in Ordnung. Die Salzlösung, welche in dem Trichter zwei Zoll höher ſtand als die Zuckerlösung um denſelben, begann ſogleich zu ſteigen, mit einer Geſchwindigkeit von 7  $\frac{1}{2}$  Zoll in zwei Stunden. Es wurde für eine Vermischung der ausgeſtrömten Salzlösung mit der äußeren Zuckerlösung geſorgt, da die Lichtbrechung zeigte, daſs erſtere im Glase zu

Boden sank. Als der Trichterhals um 7 Uhr 41 Minuten bis an's Ende gefüllt war, wurde so viel von der Flüssigkeit herausgeschafft, daß das innere Niveau nur noch anderthalb Zoll über dem äußeren stand; es stieg dann noch einige Linien, bis ungefähr um 10 Uhr ein Stillstand eintrat. Die Nacht hindurch war das innere Niveau unter das äußere gesunken. Es wurde nun von einer Salzlösung, die gleiches specifisches Gewicht mit der im Trichter besaß, so viel nachgefüllt, daß sie wiederum anderthalb Zoll höher als die äußere Lösung stand, aber desungeachtet blieb die innere beim Sinken.

Ferner änderte ich den Versuch dahin ab, daß ich eine Salzlösung nahm, die in einem Haarröhrchen eben so hoch als die Zuckerlösung stieg, und darauf eine andere, die höher stieg. In beiden Fällen stieg die im Trichter befindliche Flüssigkeit anfangs einige Zeit und sank darauf ununterbrochen. Dasselbe geschah auch als die Salzlösung gesättigt und die Zuckerlösung von der Dichtigkeit 1,078 genommen wurde. Die letztere bekam endlich dadurch das größere specifische Gewicht.

#### §. 6.

Um zu erfahren, wie sich Blätter von Bäumen und Pflanzen bei diesen Versuchen verhalten würden, vornehmlich um zu wissen, ob das dünne Häutchen, womit sie überzogen sind und worauf das Wasser sich nicht verbreitet, das Zusammenströmen zu hindern vermöge, liefs ich von zwei gleich großen Fläschchen den Boden so wegschleifen, daß die dadurch entstandenen Ränder genau schlossen, wenn sie an einander gedrückt wurden, was mittelst einer Klemme und Schraube geschah. Zwischen beide konnte nun ein Blatt gebracht werden, welches dann auf diese Weise ihren gemeinschaftlichen Boden oder eine Scheidewand bildete. Zwei gekrümmte Glasröhren waren in die Hälse der Flaschen eingekittet, um als Steigröhren zu dienen und auch um die Flaschen füllen zu können.

Die



Die Blätter, die ich auf diese Weise als Scheidewände zwischen Flüssigkeiten, gewöhnlich eine Zuckerlösung und Wasser, angewandt habe, ließen kein Zusammenströmen zu. Mit Rücksicht auf die natürlichen Functionen der Blätter wäre es vielleicht für die Physiologie nützlich, sie als Scheidewände zwischen Luftarten anzuwenden.

#### §. 7.

Ich habe auch einige Versuche angestellt mit gemischten Salzlösungen auf jeder Seite der Blase, z. B. auf der einen Seite eine Kochsalzlösung und auf der andern Seite eine Lösung von Salpeter und Glaubersalz, aber dabei nichts Bemerkenswerthes gefunden.

Statt der Blase habe ich auch eine dünne Lamelle von einem schieferartigen Stein angewandt. War Wasser auf der einen und Zuckerlösung auf der andern Seite derselben, so schien es, daß von der letzten verhältnißmäßig weit weniger durch diese als durch die Blase strömte. Wasser und Weingeist strömten aber dergestalt hindurch, daß das Volum des letzteren wuchs gleichwie wenn er von ersterem durch eine Blase getrennt war.

Endlich habe ich auch Magnüs's und Fischer's Versuche über die Verdampfung des Wassers durch eine Blase in der Art wiederholt, daß ich den zuvor beschriebenen Trichter mit einer ausgespannten Blase überband, ihn mit Wasser füllte und mit dem Halse umgekehrt in Quecksilber stellte. Als bald verdampfte das Wasser durch die Blase und das Quecksilber stieg in der Röhre. Es drängte sich bei dem zunehmenden Druck keine Luft durch die Poren der Blase, bis das Quecksilber um zehn Zoll gestiegen war; dann aber lösten sich die Lamellen, aus welchen die Blase besteht, stellenweis von einander ab, und nun trat Luft in den Trichter. Vor diesem Zeitpunkt war durchaus keine Luftblase unter der Blase zum Vorschein gekommen. Dasselbe geschieht, wenn ein mit Wasser gefülltes Glas so mit Blase überbunden wird, daß

keine Luft darin bleibt. Die äußere Luft kann dann nicht durch die Poren der Blase von dem Wasser eingesogen werden, da sie darin einen geringeren Druck erleiden würde. Befände sich aber zuvor auf der inneren Seite der Blase eine noch so kleine Luftblase, und also an dieser Stelle Luft auf beiden Seiten der Blase, so wäre es denkbar, daß die dichtere Luft eingesogen und die Blase erweitert würde.

Aus den obigen Versuchen können für das Zusammenströmen flüssiger Körper folgende Gesetze hergeleitet werden.

a) Das Zusammenströmen geschieht immer so, daß gleichzeitig von beiden getrennten Flüssigkeiten Theile durch die Lamelle gehen. Dieß Gesetz hat sich nicht nur bei meinen eigenen Versuchen bestätigt, sondern auch bei denen Anderer.

b) Das Zusammenströmungsverhältniß, d. h. das Verhältniß der Volume, die von beiden Flüssigkeiten in gleicher Zeit durch die Lamelle gehen, ist abhängig von der Natur der Flüssigkeiten und der Scheidewand, so wie von der Temperatur. Es ist also keinesweges eine nothwendige Bedingung und das Wesentlichste der Erscheinung, daß von der einen Flüssigkeit ein größeres Volumen als von der andern durch die Lamelle gehe, oder daß an der einen Seite dieser Lamelle eine Volumvergrößerung eintrete, wie es Dutrochet fälschlich glaubt.

c) Wenn die Zusammenströmung vollendet ist, bleiben, nach Graham's Angabe, bei Luftarten, auf jeder Seite der Scheidewand Volume übrig, welche durch die ursprünglichen Volume und durch das umgekehrte Verhältniß der Quadratwurzeln aus ihren Dichtigkeiten bestimmt werden.

Was die Flüssigkeiten betrifft, so geht aus den von mir unternommenen Versuchen hervor, daß für diese ein

solches allgemeines Gesetz nicht aufgestellt werden kann, es wäre denn allenfalls für ungemischte Flüssigkeiten, wie Wasser und Weingeist. Bei Flüssigkeiten, wie wässrige Auflösungen von Kochsalz und Zucker kann man um so weniger ein solches Gesetz erwarten, als dieselben, zufolge der zuvor beschriebenen Versuche, nicht unverändert durch die Blase dringen. Trennt man z. B. gleiche Volume einer gesättigten Kochsalzlösung und einer Zuckerlösung von 1,078 durch eine Blase, so nimmt anfangs die erstere an Volum zu, verliert aber, indem Salz an die Zuckerlösung übergeht, am specifischen Gewicht in stärkerem Grade als nach dem Mischungsverhältniß der Fall seyn würde; späterhin wächst dagegen wiederum das specifische Gewicht der Kochsalzlösung unter fortgesetztem Zuströmen.

d) Das Verhältniß der Höhen, zu welchen Flüssigkeiten in Haarröhrchen steigen, hat oft eine gewisse Uebereinstimmung mit dem Verhältniß der Zuströmung, d. h. diejenige Flüssigkeit, welche in Haarröhrchen am meisten steigt, strömt auch am stärksten, allein die Versuche im §. 3 bis 7 zeigen, daß in vielen Fällen aus dem Steigen in Haarröhrchen gar nicht auf das Zuströmungsverhältniß geschlossen werden kann.

e) Die Zusammenströmung geschieht nicht bloß durch feste poröse Lamellen, sondern auch durch einen kurzen Kanal zwischen Quecksilber und Glas.

f) Der durch chemische Wirkung hervorgebrachte elektrische Strom kann das Zusammenströmungsverhältniß abändern, aber dies geschieht nur in so weit er Säuren, Alkalien und Salze ausscheidet.

IV. *Bemerkungen zu Hrn. Graham's Gesetz der  
Diffusion der Gase;*  
von Hrn. T. S. Thomson.

(*Phil. Magaz. Ser. III Vol. IV p. 321*)

Hrn. Graham's Abhandlung hat den Zweck, für die Diffusion der Gase das folgende Gesetz mit numerischer Genauigkeit festzusetzen: »Die Diffusion oder freiwillige Vermischung zweier in Berührung stehender Gase geschieht durch einen Ortswechsel unendlich kleiner Volume dieser Gase, und diese Volume sind nicht nothwendig von gleicher Größe, sondern für jedes Gas umgekehrt der Quadratwurzel aus dessen Dichte proportional.« Was die Einzelheiten der schönen Versuche des Hr. Graham betrifft, so verweise ich die Leser auf dessen Abhandlung <sup>1)</sup>; hier begnüge ich mich mit Angabe einer kurzen Skizze der Methode, welche er bei seinen Versuchen befolgte, und der Resultate seiner Beobachtungen, welche ohne Zweifel einen strengen Beweis des obigen Gesetzes abgeben.

Hr. Graham hat das Diffusionsvermögen bei verschiedenen Gasen untersucht; da indess das Princip, welches die Basis seiner Experimente ausmacht, das nämliche ist in allen Fällen, so brauchen wir nur bei dem Beispiel stehen zu bleiben, welches er zuerst behandelt und am Vollständigsten entwickelt hat, nämlich bei der Diffusion des Wasserstoffs in atmosphärischer Luft. Das von ihm gebrauchte Instrument besteht aus einer Glaskugel von 2 Zoll Durchmesser, geblasen mitten aus einer Röhre von 0,4 Zoll Durchmesser. Das obere Ende der Röhre über der Kugel war mit Gyps verschlossen, als dem porösen Mittel, durch welches er die gegenseitige Diffusion

1) *Annal. Bd. XXVIII S. 331.*

der Gase darthat. Nachdem das Instrument unter den erforderlichen Vorsichtsmafsregeln mit Wasserstoff gefüllt worden, wurde es in eine Glasflasche gebracht, auf deren Boden sich etwas Wasser befand; in dem Maafse als dieses in Folge der raschen Diffusion des Wasserstoffs sich hob, wurde das äufsere Niveau durch Zugiefsen von Wasser auf gleicher Höhe gehalten, um so die mechanische Wirkung eines wachsenden atmosphärischen Drucks zu vermeiden. Am Ende des Versuchs, als der Wasserstoff gänzlich entwichen und das Niveau zum Stillstand gekommen war, wurde die Menge der stellvertretenden Luft genau gemessen und mit dem Volum des ursprünglich in das Instrument gebrachten Wasserstoffs verglichen.

Das Verhältnifs  $\frac{\text{Ursprüngl. Wasserstoffvolum}}{\text{Ersetzendes Luftvolum}}$  war = Diffusionsvolum des Wasserstoffs, bezogen auf das der Luft als Einheit. Das Mittel aus fünf Versuchen gab 3,843 für das Diffusionsvolum des Wasserstoffs, was mit dem angeführten Gesetz übereinstimmt. Denn die Dichtigkeit des Wasserstoffs ist 0,0694. Die Quadratwurzel daraus 0,2635; also hat man die Proportion 0,2635:1::1:3,7947, als Diffusionsvolum des Wasserstoffs. Diese Zahl kommt der durch den Versuch gefundenen sehr nahe <sup>1)</sup>. Kohlensäure, Chlor, schweflige Säure, Stickstoffoxydul und andere Gase, auf gleiche Weise behandelt, gaben ähnliche Resultate, welche alle dahin neigten zu zeigen, dafs ihre respectiven Diffusionsvolumen sich umgekehrt wie die Quadratwurzel aus ihrer Dichte verhalten.

In der Absicht, die scheinbaren Widersprüche bei

- 1) Sie kommt ihr noch näher, wenn man statt 0,0694 das richtige spec. Gew. des Wasserstoffs 0,0688 anwendet, wie schon Band XXVIII S. 346 (Anmerk.) bemerkt wurde. — Beiläufig gesagt, mufs es daselbst, wie in der Tafel S. 345 desselben Bandes hei-

schen  $\sqrt{\frac{1}{\delta}}$  statt  $\sqrt{\frac{1}{\delta^2}}$ .

den Resultaten der unter mannigfach abgeänderten Umständen angestellten Versuche zu erklären, hat Hr. Graham zu bestimmen gesucht, was für Mengen von verschiedenen Gasen durch kleine Oeffnungen in einen leeren Raum strömen, wenn sie einem mechanischen Druck unterworfen werden. Zu dem Ende hat er, wiederum durch Gyps als poröses Mittel, verschiedene Gase in einen luftleeren Recipienten strömen lassen. Die verhältnismässigen Geschwindigkeiten ihres Eintritts in denselben wurden aus den Angaben einer am Apparat befestigten Barometerprobe hergeleitet. Angefangen unter einem Druck von 29 engl. Zollen und geschlossen mit einem von 27" drang ein gleiches Volum der verschiedenen Gase in folgenden Zeiten ein:

Luft, trocken	10' 0"	Kohlenoxyd	9' 30"
dito, bei 60° F. gesättigt feucht	10 0	Oelbildendes Gas	7 50
Kohlensäure	10 0	Steinkohlengas	7 0
Stickstoff	10 0	Wasserstoff	4 0

Er hat gefunden, daß die Geschwindigkeit eines und desselben Gases mit dem Drucke verschieden ist, aber nicht im directen Verhältnisse zu diesem Druck. Unter einem zweifachen Druck war die Geschwindigkeit nicht ganz die Doppelte. Hr. Graham schließt mit der Bemerkung, daß das von ihm entdeckte Gesetz weder vorausgesehen noch erklärt sey von irgend einer der gegenwärtigen Corpusculartheorien.

Die folgenden Bemerkungen haben den Zweck, zu zeigen, daß die von Hrn. Graham aufgefundenen That-sachen keineswegs in Widerspruch stehen mit allen Theorien über die mechanischen Beziehungen gemischter Gase, sondern eine elegante und auffallende Bestätigung der Dalton'schen Hypothese über diesen Gegenstand liefern, nämlich derjenigen, daß die Theilchen eines Gases nicht gegen die Theilchen eines anderen Gases elastisch oder repulsiv sind, sondern bloß gegen die ihrer eigenen Art.

Der auffallendste und merkwürdigste Zug in dem Gesetz des Hrn. Graham ist der, daß die wechselseitigen Diffusionsgeschwindigkeiten der Gase genau den Zahlen proportional sind, welche die Theorie für die relativen Geschwindigkeiten ihres Einströmens in ein Vacuum angiebt.

Der zuletzt erwähnte Theil der Versuche des Herrn Graham ist, scheint mir, in Widerspruch mit dem anerkannten Gesetz der Mechanik der Gase, welches sagt, daß die Geschwindigkeit des Einströmens in das Vacuum, für verschiedene Gase proportional ist den Quadratwurzeln aus den Dichtigkeiten dieser Gase. Der Beweis dieses Gesetzes ist jedoch so streng und über allem Einwurf erhaben, daß man natürlich vermuthen muß, es habe bei den von Hrn. Graham beschriebenen That- sachen entweder eine Unrichtigkeit in der Beobachtung oder eine Mangelhaftigkeit in der Art des Experimentirens zu jenen irrigen Schlüssen geleitet. Was diese Hypothese recht wahrscheinlich macht, ist der Umstand, daß zwischen den Beobachtungen des Hrn. Graham und den von dem theoretischen Gesetz gegebenen Verhältnissen eine gewisse Uebereinstimmung herrscht. So z. B. findet er die Geschwindigkeit des Einströmens in ein Vacuum beim Wasserstoff bedeutend größer als bei der atmosphärischen Luft unter gleichen Umständen, aber nicht ganz so groß als es die Theorie angeben würde. Ein anderer Umstand, der noch mehr Zweifel an der Richtigkeit dieser Tafel erwecken muß, ist der, daß die Dichtigkeit der Gase, welche, nach Hrn. Graham's Gesetz, bei der gegenseitigen Diffusion derselben von der größten Wichtigkeit ist, nur einen sehr geringen oder gar keinen Einfluss auf das Einströmen dieser Gase in das Vacuum ausübt.

Nach Hrn. Graham ist die Dichtigkeit von:

Stickstoff	0,972
------------	-------

Atmosphärischer Luft	1,000
----------------------	-------

Sauerstoffgas 1,111

Kohlensäuregas 1,527

und dennoch strömen sie mit gleicher Geschwindigkeit in das Vacuum! Eine solche Anomalie kann gegen die Principien, welche den Experimenten zum Grunde lagen, oder gegen die Genauigkeit der Beobachtungen nur Mißtrauen einflößen.

Vertrauend auf die Gültigkeit des Gesetzes der Mechanik der Gase wollen wir daher untersuchen, wie dasselbe, combinirt mit dem Dalton'schen Gesetz, die Erscheinungen erkläre, welche man beobachtet, wenn Gase, die unter gleichem Drucke stehen, vermöge ihrer gegenseitigen Expansion, durch poröse Mittel gehen. Zu dem Ende betrachten wir zwei Gase  $g$  und  $g'$ , deren Dichtigkeiten  $d$  und  $d'$  seyen, und die, unter gleichem Drucke, mit den Geschwindigkeiten  $e$  und  $e'$  in das Vacuum strömen; die Volume, die von diesen Gasen in gleicher Zeit einströmen, seyen  $v$  und  $v'$ , und die verhältnißmäßigen Gewichte oder die Massen von  $v$  und  $v'$  seyen  $m$  und  $m'$ . Nach dem bekannten Gesetz erhält man ihre relative Geschwindigkeit in das Vacuum durch die Proportion:

$$e : e' :: \sqrt{d'} : \sqrt{d} \quad . . . . . (1)$$

$$e^2 d = e'^2 d' \quad . . . . . (2)$$

Da nun  $e$  und  $e'$  wie  $v$  und  $v'$  variiren, und da das Gewicht oder die Masse sich wie das Product aus der Dichtigkeit in das Volum eines jeden Gases verhält, so haben wir offenbar die Gleichungen:

$$v d = e d = m \quad . . . . . (3)$$

$$v' d' = e' d' = m' \quad . . . . . (4)$$

Combinirt man mit diesen die beiden Gleichungen (1) und (2), so bekommt man:

$$em = e' m',$$

d. h. das Product aus der Masse in die Geschwindigkeit des Stroms bei seinem Anfang ist gleich bei beiden Gasen, welch eine Dichtigkeit sie auch haben, oder in an-



deren Worten, die bewegende Kraft eines jeden Stroms ist gleich bei seinem Anfang. Dieses, seiner Einfachheit und Wichtigkeit wegen, merkwürdige Gesetz findet sich, so viel ich weifs, in keinem Lehrbuche über die Mechanik der Gase.

Statt die Gase in ein Vacuum treten zu lassen, setze man nun voraus, sie drängen durch eine enge Oeffnung oder durch ein System von Oeffnungen, wie es ein Stöpsel von Gyps oder irgend einer andern porösen Substanz darbietet. Beschränkt wie wir sind in unserer Kenntnifs von dem Molecularzustand der Gase, vermögen wir nicht zu bestimmen, in welcher Weise die entgegengesetzten Ströme auf einander wirken, ob durch Stofs, durch Reibung oder sonst einen mechanischen Vorgang. Eins aber können wir mit Sicherheit vorhersagen, das nämlich, dafs ein theilweiser Widerstand stattfinden und daraus eine Verzögerung in der Geschwindigkeit beider Gase entspringen werde. Und weil, wegen Gleichheit der Action und Reaction, die Gröfse der verlorenen Bewegung für beide Theile gleich ist, werden die resultirenden Momente der Ströme nothwendig auch gleich seyn, und folglich werden, wenn man mit den Gleichungen (1), (2), (3), (4) die nöthigen Umformungen macht, die Geschwindigkeiten umgekehrt proportional seyn den Quadratwurzeln aus den Dichtigkeiten. Man sieht hiedurch, dafs, wenn die Data richtig sind, die *Anfangsgeschwindigkeiten* der Expansion genau in der von Hrn. Graham durch Versuche bestimmten Proportion stehen müssen.

Es bleibt blofs zu zeigen übrig, dafs im Fortgange des Versuchs die bewegende Kraft dieselbe Gröfse behalte, und folglich, dafs die endlich ausgetauschten Volume den Anfangsgeschwindigkeiten proportional seyn müssen, wie Hr. Graham es gefunden hat. Zu dem Ende wollen wir den schon vorhin erwähnten Fall, wo Wasserstoff sich aus dem Instrument in die Atmosphäre verbreitet wieder vornehmen. Zu einem gewissen Zeit-

punkt des Vorgangs, nach angefangener Ausdehnung, sey  $h$  die im Apparat zurückgebliebene Menge Wasserstoff und  $a$  die an deren Statt eingetretene Luftmenge. Da das Gasgemenge unter dem atmosphärischen Druck gehalten wird, indem man das Wasser außerhalb des Instruments auf gleiches Niveau mit dem innerhalb desselben bringt, so wird, wenn man den atmosphärischen Druck zur Einheit annimmt, sein Volum durch  $a+h$  ausgedrückt, die Spannkraft des Wasserstoffs in der Kugel durch  $\frac{h}{a+h}$  und die der Luft daselbst durch  $\frac{a}{a+h}$ . Die expansive Tension oder die Elasticität des Wasserstoffs ist also proportional  $\frac{h}{a+h}$ , und die antreibende Kraft der Atmosphäre, welche gleich ist dem Ueberschuss des äusseren Drucks über die Spannkraft der innern Luft, ist proportional:  $\frac{1-a}{a+h} = \frac{h}{a+h}$ .

Da  $a$  und  $h$  unbestimmt sind, so folgt hieraus, dass in jedem Zeitpunkt zwischen dem Anfange und dem Ende des Vorgangs die eintreibende Kraft der Luft gleich ist der austreibenden des Wasserstoffs; die Grösse der verlorenen Bewegung wird beiderseits gleich seyn, wie die resultirenden Momente der beiden Ströme; und daraus folgt durch eine ähnliche Schlussfolge wie vorhin, *dass die am Ende ausgetauschten Volume nothwendig umgekehrt proportional sind den Quadratwurzeln aus den Dichtigkeiten*. Die allmähige Abnahme der expandirenden Elasticität erklärt zugleich, weshalb die Schnelligkeit der Expansion zu Anfange des Versuchs so gross ist, und in dem Maasse als dieser vorrückt allmähig abnimmt.

Mit einem Wort, die Beobachtungen des Hrn. Graham lassen sich auf Gase in Bewegung anwenden; die Theorie von Dalton auf deren Beziehungen, wenn sie im Zustande des Gleichgewichts sind. Die einen sind

der statische, die andere ist der dynamische Ausdruck eines und desselben Gesetzes.

Es ist nicht leicht, Gründe aufzufinden, warum Hrn. Graham's Resultate über die Geschwindigkeit der in ein Vacuum eintretenden Gase so merklich von denen durch die Theorie angezeigten abweichen. Unglücklicherweise hat man bei der geringen Zahl von Versuchen, die bisher über diesen Gegenstand angestellt sind, noch nicht hinlänglich darauf geachtet, welcher Unterschied vorhanden ist, wenn ein Gas, welches unter einem gewissen Drucke steht, in die Atmosphäre eines anderen Gases oder in die seiner eigenen Art einströmt. Aus diesem Grunde sind die Resultate der Versuche, welche Leslie in den Zusätzen zu seiner *Inquiry into the Nature and Propagation of heat* beigebracht, und die, welche Faraday über das Ausströmen der Gase durch Haarröhrchen angestellt hat <sup>1)</sup>, verschieden von den Graham'schen und den aus der Theorie abgeleiteten. Ich halte es für wahrscheinlich, daß beim Durchgang durch ein poröses Mittel diejenigen Gase, welche rascher gehen wollen, einen größeren Widerstand durch die wirklichen Unregelmäßigkeiten der Verbindungskanäle erleiden als die, welche sich mit geringerer Geschwindigkeit bewegen.

Wenn andererseits die Gase in einander dringen und sich wechselseitig verzögern, hat man es mit einer Aufgabe von Zeit und nicht von Geschwindigkeit zu thun; und die im Widerstand vorausgesetzte Ungleichheit kann sehr gering werden, wenn nicht gar ganz verschwinden.

Diese Voraussetzung hat überdies den Vortheil, die Versuche des Hrn. Graham bis zu einem gewissen Punkt mit den Herleitungen aus der Theorie in Einklang zu bringen. Allein es steht zu hoffen, daß fernere Ver-

1) Annal. Bd. XXVIII S. 354.

suche mehr Licht über diese interessante Aufgabe verbreiten werden.

V. *Ueber die Repulsivkraft der Wärme; von  
Hrn. Baden Powell.*

(*Philosophical Transact. f. 1834, pt. II p. 485.*)

Die Ausdehnung der Körper durch Wärme scheint auf eine gegenseitige Abstossung ihrer Theilchen hinzuweisen, und man wird dadurch natürlich zu der Frage geführt, ob nicht eine solche Repulsivkraft überhaupt der Wärme angehöre oder von ihr zwischen den Theilchen der Materie sowohl in merklichen als unmerklichen Entfernungen erregt werde.

So stark aber auch die Aufforderung zu einer solchen Untersuchung seyn mag, so ist sie doch nicht leicht zu verfolgen oder zu entscheiden. Zum Theil ist der Gegenstand bereits durch die HH. Libri, Fresnel und Saigey untersucht, allein ihre Versuche scheinen nicht viel Aufmerksamkeit erregt zu haben, und die Resultate derselben sind bedeutend in Zweifel gestellt worden. Neuerlich hat Hr. Prof. Forbes in Edinburg die Untersuchung wieder aufgefrischt, indem er jene Repulsivkraft zur Erklärung der von Hrn. Trevelyan zuerst beobachteten und von ihm selbst vollständiger untersuchten sonderbaren Erscheinungen, welche die Vibrationen erhitzter Metallstücke darbieten <sup>1)</sup>, angewandt hat. Unter einer anderen Gestalt hatte der Gegenstand bereits meine Aufmerksamkeit erregt, ehe ich mit Hrn. Forbes's Untersuchung bekannt war; allein nach der Lesung dieses Aufsatzes bekam derselbe ein neues Interesse für mich, und indem ich ihn verfolgte, erhielt ich einige

1) *Annal. Bd. XXIV S. 466 und Bd. XXXIII S. 553.*

Resultate, welche mir scheinen entscheidend zu seyn für eine Frage, die wegen der Analogien in den physischen Actionen wichtig, und bisher als in bedeutende Unsicherheit eingehüllt betrachtet worden ist.

Hr. Libri hat, ich glaube im J. 1824, den Einfluss der Wärme auf die Capillarattraction untersucht <sup>1)</sup>, und dabei gefunden, dafs wenn ein Wassertropfen an einem Drahte hängt, den man an einer Stelle erwärmt, der Tropfen von dieser Stelle fortrückt, sowohl wenn der Draht horizontal, als sogar wenn er von der erwärmten Stelle aus aufwärts gehalten wird. Diese Erscheinung, schlofs er, rühre her von einer durch die Wärme erzeugten Abstofsung zwischen den Draht und den Wassertheilchen.

Hr. Fresnel <sup>2)</sup> gebrauchte Scheibchen von Zinnfolie und von Glimmer, befestigt an die Enden einer im Vacuo zart aufgehängten Magnetnadel, die so wenig aus dem Meridian abgelenkt worden war, dafs ein solches Scheibchen so eben einen Druck gegen ein anderes festes Scheibchen ausübte. Bei Erwärmung einer von beiden durch die mittelst einer Linse gesammelten Sonnenstrahlen ward eine merkliche Repulsion erzeugt. Er zeigte, dafs die Wirkung nicht durch einen Strom der wenigen zurückgebliebenen Luft verursacht worden sey, da sie bei Hinzulassung von mehr Luft nicht vergrößert werde, — dafs sie nicht magnetischer oder elektrischer Natur sey, und dafs sie bei dickeren Scheiben nicht vergrößert, sondern gewöhnlich verringert werde. Er erwähnt andere Punkte hinsichtlich deren seine Resultate nicht so entscheidend gewesen sind, und räumt überdies ein, dafs der ganze Gegenstand fernere Untersuchungen erfordere. Die Vervollständigung dieser interessanten Untersuchung ist ohne Zweifel eine von den vielen Wohlthaten, deren die Wissenschaft durch seinen frühen Tod beraubt wurde.

1) S. Annal. Bd. X S. 301.

P.

2) S. Annal. Bd. IV S. 355.

P.

Hr. Saigey <sup>1)</sup> nahm, im Laufe seiner Versuche über die Entwicklung von Magnetismus in gewissen metallischen Körpern, Abstofsungserscheinungen gewahr, welche er, nachdem er jede andere mögliche Ursache derselben geprüft hatte, für Wirkungen der Wärme erklärt. Er erforschte die Wirkungen mittelst einer Bleinadel, die in verschiedenen Abständen von einem Kupferstab zart aufgehängt war, und fand, daß die Anzahl ihrer Oscillationen in einer gegebenen Zeit mit Verringerung des Abstandes abnahm, d. h. daß die Nadel sich schneller in Parallelismus mit dem heißen Stabe stellte, in welchen eine Abstofsung sie zu bringen gesucht haben würde.

Hrn. Libri's Resultat ist merkwürdig, weil es Laplace's Ansicht widerspricht <sup>2)</sup>; dieser nämlich redet von der »Repulsivkraft der Wärme« als zwischen den Theilchen einer Flüssigkeit vorhanden, bemerkt aber, daß der Versuch zeige, sie habe keinen anderen Einfluß auf die Capillar-Anziehung als den, welcher aus einer durch sie bewirkten Dichtigkeitsverringerung der Flüssigkeit erfolge.

Bei Wiederholung von Hr. Libri's Versuch habe ich keinen anderen Erfolg gesehen; als eine geringe Bewegung des Tropfens, die aus einer bloßen Verdampfung zur Seite der erhitzten Stelle erklärbar schien.

Ich habe ferner bemerkt, daß ein Tropfen Oel, enthalten in einer Glasröhre von ungefähr einem Zehntelzoll inneren Durchmesser, von der Stelle, welche erhitzt wurde, fortrückte, offenbar wegen der Ausdehnung des Glases, welche die Röhre schwach konisch machte; so daß der Tropfen sich gegen das engere Ende bewegte. Ich habe auch Haarröhrchen erhitzt, bis die darin aufgestiegene Flüssigkeit siedete, aber keine Wirkung davon beobachtet; ferner Glasplatten, zwischen welchen ich ei-

1) Ferussac's *Bulletin Scienc. mathem.* T. IX p. 89, 167, 239.

2) *Mécanique céleste*, Libr. X p. 75.

nen Oeltropfen fortrücken liefs, ohne seine Bewegung im Geringsten abgeändert zu sehen; endlich auch eine Glasplatte, an deren Unterseite ein Quecksilberkügelchen hing, ohne dafs die Anziehung zu demselben überwältigt worden wäre.

Für Abstofsungen in gröfsere Entfernungen wandte ich eine der Fresnel'schen einigermafsen ähnliche Vorrichtung an, wobei die Scheiben aus zwei kleinen, vollkommen ebenen Glasplatten bestanden. Wenn sie anfangs so stark zusammengedrückt wurden, dafs sie adhärirten, fand ich, dafs Wärme diese Adhäsion aufhob, und dafs die bewegliche Platte bisweilen bedeutend zurückwich. Allein diese Wirkung (und vielleicht auch die in Fresnel's Versuch) scheint mir grösstentheils von einer anderen Repulsion herzuführen, nämlich davon, dafs die Glasplatte durch die gröfsere Ausdehnung der mehr erhitzten Oberfläche etwas gekrümmt, gegen die Wärme hin convex wird. Der Betrag dieser Krümmung läfst sich aus der bekannten Ausdehnung des Glases, den Temperaturunterschieden der beiden Oberflächen und der Dicke der Platte leicht berechnen.

In einigen Fällen wurden die Glasplatten so stark zusammengeprefst, dafs die *Farben der dünnen Blättchen* zwischen ihnen sichtbar wurden. Bei Erwärmung sanken diese Farben in der Skale herab, und bald verschwanden sie ganz. Diese Farben sind demnach geeignet, die geringste Veränderung in dem Abstände zwischen den Platten anzuzeigen, durch welche Ursache auch diese Veränderung bewirkt worden seyn mag; und die Wirkung der durch die Hitze hervorgebrachten Krümmung (oder vielmehr des Wiedergeradewerdens der gekrümmten Platte) läfst sich berechnen und mit der Beobachtung vergleichen. Ich habe auf diese Weise viele Versuche angestellt, und mich dadurch überzeugt, dafs die Gestaltveränderung *nicht hinreicht*, den beobachteten Effect *ganz* zu erklären, und dafs die durch das Hinab-

sinken der Farben in der Skale angedeutete Trennung zum Theil von einer *wirklichen Repulsion* herrührt.

Ich werde das Detail dieser Versuche nicht mittheilen, weil es sogleich einleuchtet, daß der Gebrauch von *Glaslinsen* ein einfaches und von jedem Einfluß einer Gestaltveränderung befreites Mittel an die Hand giebt, die Frage ohne Rechnung zu entscheiden. Klar ist nämlich, daß wenn zwischen einer convexen Fläche und einer anderen, convexen, ebenen oder selbst concaven Fläche von geringerer Krümmung Ringe gebildet werden, und man darauf die eine oder die andere Linse von aussen her erwärmt, die Wärme in jedem Falle zuerst dahin streben wird, durch eine Gestaltveränderung den *Berührungswinkel* zu *verkleinern*, und (falls keine andere Ursache störend einwirkt) die *Ringe gröfser zu machen*, ohnè daß die Farbe in der Mitte verändert wird, solange nicht die Krümmung der der convexen Fläche gleich kommt.

Bei dieser Form des Versuchs habe ich beständig gefunden, *daß die Ringe sich von dem ersten Momente an regelmäfsig zusammenziehen, und daß die Farbe in der Mitte beständig in der Skale herabsinkt bis Alles verschwunden ist.*

Es müssen jedoch dabei mehrere Vorsichtsmafsregeln beachtet werden. Wenn die Gläser mehr als sehr wenig convex sind, ist der Theil der Fläche, worin sie einander nahe genug kommen, daß eine Repulsion wirken kann, sehr klein, und dadurch kann der Gesamteffect der Repulsivkraft für die Ueberwältigung des Gewichts der oberen Linse und selbst ihrer Trägheit zu schwach werden. Diese Schwierigkeit fand ich bei Flächen, welche den ersten hellen Ring, wenn das Centrum ein Punkt der gröfsten Helligkeit war, von ungefähr 0,1 Durchmesser gaben. Selbst hier wurden die Ringe niemals erweitert. Allein mit Flächen von geringerer Krümmung, welche einen Durchmesser von 0,2 bis 0,3 Zoll gaben,

zeigte



zeigte sich die Wirkung immer, am deutlichsten, wenn man über die ohne Pressung auf einander gelegten Gläser ein rothglühendes Eisen brachte.

Diese Versuche, obwohl einfach in ihrem Principe, erfordern doch einige Sorgfalt; allein nach allen Vorsichtsmafsregeln und nach der umsichtlichsten Erwägung aller Ursachen, welche das Resultat verursacht oder abgeändert haben könnten, scheint mir, dafs die Trennung der Gläser innerhalb der zwar ungemein kleinen, aber wohl begränzten und bekannten Räume, deren Veränderungen durch die Farbenabstufungen angedeutet werden, *nur der Wirkung einer durch die Wärme zwischen den Glasflächen erzeugten oder erregten Abstofungskraft zugeschrieben werden könne.*

Es drängen sich sogleich in Betreff der Natur und der Eigenschaften dieser Repulsivkraft mehrere Fragen auf, von denen einige durch Abänderungen der obigen Methode scheinen beantwortet werden zu können.

Die *Entfernung*, bis in welche die Repulsivkraft wirken kann, erstreckt sich, wie diese Versuche zeigen, über die hinaus, bei welcher die letzte sichtbare Ordnung der Newton'schen Farben gebildet wird. Ich habe indefs auch, und zwar erfolgreich, den Versuch mit den Farben wiederholt, welche unter der Grundfläche eines Prismas, das auf eine Linse von sehr geringer Convexität gelegt ist, gebildet werden, und hier beträgt der Abstand, nach der von Hrn. John Herschel <sup>1)</sup> gegebenen Bestimmung, ungefähr  $\frac{1}{1100}$  Zoll.

Für gröfsere als diese kleinen Entfernungen sind andere Methoden aufzusuchen. Allein die Gewifsheit dieser Resultate innerhalb dieser Gränzen bestätigt die Wahrscheinlichkeit der von Fresnel und Saigey für gröfsere Entfernungen gemachten Schlüsse.

Ich habe viele andere Versuche angestellt, in der Absicht, die Wärme-Repulsion *bei verschiedenen Sub-*

1) *On Light*, p. 641.

stanzen und verschiedener Beschaffenheit der Oberflächen auszumitteln. Begreiflicherweise haben aber diese Versuche, wenige ausgenommen, ihre Schwierigkeiten. Ich habe jedoch gefunden, daß sich die Erscheinung nicht nur zwischen zwei Glasflächen hervorbringen läßt, sondern auch zwischen einer Glas- und einer Metallfläche. Ich erwärmte von unten her eine Platte Spiegelmetall mit sehr polirter Oberfläche, auf welcher mittelst einer aufgelegten convexen Linse die Ringe gebildet waren; und indem ich die Wirkung mit der ähnlichen verglich, welche bei Anwendung einer eben so dicken Glasplatte erhalten wurde, fand ich, daß das Metall, ungeachtet seines besseren Leitungsvermögens, eine entschieden schwächere Wirkung gab; allein durch seine sehr polirte Oberfläche war es auch ein schlechterer Ausstrahler als das Glas.

Wenn man ähnliche Versuche mit bekleideten oder rauhen Oberflächen anstellt, so stößt man auf die große Schwierigkeit, die Ringe sichtbar zu machen. Polirte Oberflächen zu bekleiden und in der Mitte, zur Bildung der Ringe, einen kleinen Fleck frei zu lassen, hat wegen Ungleichheit der Fläche und des Contacts offenbar viel gegen sich. Allein ich habe gefunden, daß diese Methode nicht durchaus nothwendig ist. Die Ringe lassen sich bilden, wenn der centrale Theil der Bedeckung bloß schwach abgerieben wird und Theilchen der Bekleidung daran gelassen werden. Ich habe Ringe gebildet, als solche Theilchen in der Mitte derselben gesehen wurden. Mit dieser Vorsicht habe ich viele vergleichende Versuche angestellt. Eine Metallplatte gab, mit Tusch überzogen, eine größere Wirkung, als im Fall sie entblößt war. Eine Glasplatte wurde nach einander mit Tusch, mit dem Rauch einer Kerzenflamme und mit Blattgold überzogen; die beiden ersten Ueberzüge gaben eine größere Wirkung als das Blattgold, was mit dem großen Strahlungsvermögen jener Substanzen übereinstimmt.

Allein mit allen diesen Ueberzügen war die Wirkung gröfser als mit dem blofsen Glase; wogegen, nach John Leslie, sowohl die Tusche als das Blattgold ein geringeres Strahlungsvermögen als das Glas besitzen. Diesen Unterschied schreibe ich dem Umstande zu, dafs zwischen der Linse und dem weicheeren, nachgiebigeren Ueberzug, gegen welchen sie gedrückt wurde, ein besserer Contact stattfand.

Diese vergleichenden Versuche wurden so angestellt, dafs die Platte mit darauf gelegter Linse in einer unveränderlichen Höhe über der Weingeistlampe angebracht wurde.

Aus diesen Versuchen können wir also schliessen, dafs, wiewohl caeteris paribus das bessere Ausstrahlungsvermögen der Oberfläche die Wirkung erhöht, doch andere Umstände noch kräftiger auf die Resultate einwirken, nämlich, wie es scheint, *alle die, welche die Mittheilung der Wärme zu beschleunigen trachten.*

Dies ist noch einleuchtender, wenn die Ringe in einer dünnen Wasserschicht zwischen zwei Linsen gebildet werden. Die Wirkung ist hier sogar gröfser als in der Luft, und, wie ich vermuthete, unabhängig von der Strahlung.

Aus Allem können wir demnach schliessen, dafs der Abstofsungs-Effect abhängt von dem *Wärmebetrage, welcher der zweiten Fläche auf irgend eine Weise mitgetheilt wird.*

Da, wie zuvor erwähnt, die Wärme nicht die Capillarattraction überwältigen kann, folgt endlich auch, dafs die Wärme, im Fall eine Flüssigkeit zwischen die Linsen eingeschaltet ist, die Abstofsung direct zwischen den beiden Flächen durch die Flüssigkeit erregt, und nicht indem sie die Anziehung der Flüssigkeit zu einer dieser Flächen schwächt.

## VI. Steinheil's Photometer.

(Aus den Götting. gelehr. Anzeigen, 1835, No. 34 und 35.)

Zur Beantwortung der auf den November 1834 von der mathematischen Klasse der Königl. Societät in Göttingen aufgegebenen Hauptpreisfrage, deren Termin aber bis Ende Decembers verlängert war, waren drei Concurrenzschriften eingelaufen, eine in lateinischer Sprache mit dem Motto: *Opinionum commenta delet dies, naturae iudicia confirmat*; die zweite in deutscher Sprache, mit der Aufschrift: *Suum cuique*; die dritte gleichfalls deutsch, mit den Worten: Nur gleichartige Eindrücke sind vergleichbar.

Die Abhandlung No. 2, mit der Aufschrift: *Suum cuique*, enthält nur die Meinungen ihres Verfassers über die Bildung und Naturbeschaffenheit der Himmelskörper, und gar nichts, was auf die Lösung der von der Societät gestellten Aufgabe Bezug hätte. Eine besondere Beurtheilung jener Meinungen ist daher unnöthig, da solche mit der Preisfrage in gar keinem Zusammenhange stehen.

Der Verfasser der Schrift No. 1, *Opinionum commenta etc.*, hat hingegen die Frage richtig aufgefaßt, einen Apparat zur Vergleichung der Lichtstärke zweier Sterne angegeben und ausführen lassen, auch einige Versuche der Anwendung auf wirkliche Lichtmessungen mitgetheilt. Das Instrument ist ein Fernrohr mit solchen Vorrichtungen, daß beide Sterne zugleich im Felde neben einander gesehen werden können, der eine direct, der andere durch Reflexion. Letztere wird durch einen vor dem Objectiv angebrachten Spiegel bewirkt, der sich in die, dem Winkelabstande beider Sterne entsprechende

Neigung gegen die Gesichtslinie durch Drehung um eine, die Gesichtslinie rechtwinklicht schneidende Axe bringen läßt; der äußere Rand des Spiegels fällt mit dieser Drehungsaxe zusammen, daher der Spiegel in jeder Lage die Hälfte des Spiegels für directes Licht verschattet. Es ist nun aber noch unmittelbar vor dem Objectiv eine halbkreisförmige Blendung angebracht, welche nur die Hälfte des Objectivs offen läßt und ganz herumgedreht werden kann. Die Gröfse dieser Drehung wird auf einem eingetheilten Ringe (so wie die Gröfse der Spiegel-drehung auf einem Gradbogen) gemessen. Steht der Index des Ringes auf dem Nullpunkt, so kommt gar kein directes, nach einer halben Umdrehung hingegen kommt gar kein reflectirtes Licht in das Fernrohr; bei jeder Zwischenlage theilt sich das reflectirte und das directe Licht im Verhältnifs der Abweichung von jenen beiden Stellungen in die offene Hälfte des Objectivs. Man übersieht so leicht, dafs wenn man durch Drehung der Objectivblendung bewirkt hat, dafs beide Sterne gleich hell erscheinen, sich, vorbehältlich eines noch unbekannten, von der Schwächung des Lichts durch die Reflexion abhängigen Factors, das Verhältnifs der Lichtstärke beider Sterne berechnen läßt; dieser unbekannte Factor wird gefunden oder eliminirt durch Zuziehung einer zweiten Beobachtung, wobei blofs die Sterne vertauscht werden. Für gewisse Fälle hat der Verfasser noch einen zweiten Spiegel beigelegt, so dafs der eine Stern durch doppelte Reflexion gesehen wird, was übrigens in der Methode keinen Unterschied macht. Die Bequemlichkeit des Gebrauchs wird durch ein parallatisches Stativ sehr erhöht.

Man mufs bedauern, dafs der späte Empfang dieses Instruments aus den Händen des Verfertigers den Verfasser gehindert hat, eine durchgreifende Prüfung durch zahlreiche Messungen auszuführen. Er hat das Lichtverhältnifs von sieben Sternpaaren, zusammen aus nur 44

Beobachtungen, die jedoch nur summarisch angezeigt werden, bestimmt. Die Resultate, die zuerst gesetzten Sterne jedesmal als Einheit betrachtet, sind folgende:

Sterne.	Lichtverhältniss.
Rigel, Procyon	0,8501
Rigel, $\beta$ kleiner Hund	0,1258
Sirius, Rigel	0,2875
Sirius, Procyon	0,2756
Procyon, Regulus	0,3781
Procyon, Nordstern	0,4369
Regulus, Nordstern	0,5720

Die Höhen der Sterne, oder die Gröfsen wovon sie abhängen, fehlen. Die wahrscheinlichen Fehler dieser Bestimmungen, so weit sie aus der Vergleichung der einzelnen Beobachtungen unter sich festgesetzt werden können, würden, nach den Anführungen des Verfassers, zwischen  $\frac{1}{16}$  und  $\frac{1}{64}$  des Ganzen schwanken. Vergleicht man nun aber die erste, dritte und vierte Bestimmung unter sich, so zeigt sich die Nothwendigkeit viel stärkerer Correctionen, und die drei letzten Bestimmungen lassen sich gar nicht vereinigen. Der Verfasser gesteht selbst, dafs er diesen Widerspruch nicht zu erklären wisse, und wenn man gleich hoffen mufs, dafs es ihm in Zukunft nach viel umfassenderen Versuchen gelingen werde, die Quelle solcher Fehler aufzufinden, so bleibt doch gegenwärtig die Tauglichkeit des Apparats zur Messung der Helligkeit leuchtender Punkte noch unverbürgt.

Der Verfasser der dritten Abhandlung mit dem Motto: *Nur gleichartige Eindrücke sind vergleichbar*, hat zwei ganz verschiedene Apparate angegeben und ausgeführt; den einen nennt er den Ocularapparat, den andern das Prismenphotometer. Obwohl beide zu dem vorgegebenen Zweck angewandt werden können, so ist doch eigentlich der erstere weniger zur Vergleichung der Lichtstärke leuchtender Punkte, als zur Vergleichung der specifischen

Helligkeit ausgedehnterer Flächen, z. B. des Himmelsgrundes, bestimmt, und es wird daher hinreichen, hier nur die Hauptmomente des zweiten Apparats anzugeben. Der Grundgedanke für dieses Instrument ist die bekannte Erfahrung, daß ein Stern, welcher dem unbewaffneten Auge, oder in einem zum deutlichen Sehen gestellten Fernrohr wie ein untheilbarer leuchtender Punkt erscheint, sich in ein kreisförmiges Bild ausbreitet, wenn man dem Oculare eine andere Stellung giebt, als das deutliche Sehen erfordert. Dieses Bild ist desto größer, aber eben deshalb in seinen Theiln desto lichtschwächer, je weiter das Ocular von seiner Normalstellung absteht. Für ungleich helle Sterne muß man daher das Ocular in ungleiche Entfernung von der Normalstellung bringen, um die Bilder in gleicher Flächenhelligkeit erscheinen zu lassen. Es läßt sich so die Lichtstärke zweier Sterne schon einigermaßen vergleichen, wenn man undeutliche Bilder von ihnen *nach einander* beobachtet, ihre Flächenhelligkeit, so viel der Gedächtniseindruck verstattet, gleich macht, und die entsprechenden Ocularstellungen abmißt. Natürlich erwartet man von einem so rohen Verfahren wenig Genauigkeit, und findet sich daher überrascht, daß die von dem Verfasser angeführten Versuche eine doch viel größere Uebereinstimmung darbieten, als man hätte erwarten mögen; dieß erweckt schon ein günstiges Vorurtheil für den von dem Verfasser kunstreich angeordneten Apparat, womit man derartige Bilder zweier Sterne *zugleich* sehen und zu gleicher Flächenhelligkeit bringen kann.

Das Objectiv ist in zwei gleiche Hälften zertheilt, die sich nicht neben einander, wie am Helionometer, sondern längs ihrer gemeinschaftlichen Axe, jede für sich, verschieben lassen. Die Mitte der Verschiebungen, die durch Skalen an der Außenseite des Rohrs scharf gemessen werden, entspricht, wenn die Ocularröhre ganz eingeschoben ist, ungefähr derjenigen Stellung gegen letz-

teres, die zum deutlichen Sehen erfordert wird. Die beiden Objectivhälften erhalten ihr Licht durch Spiegel, deren reflectirende Flächen  $45^\circ$  gegen die Axe des Rohrs geneigt sind, und von denen der eine (vom Objectiv weiter absteigende) um diese Axe messbar gedreht werden kann. Diese Axe ist also beim Beobachten zweier Sterne immer gegen den einen Pol des sie verbindenden größten Kreises zu richten. Die Spiegel selbst sind Glasprismen, in welche das Licht senkrecht einfällt, und senkrecht aus ihnen austritt. Zwischen den Objectivhälften und den zu ihnen gehörenden Prismenspiegeln sind Diaphragmen angebracht, die durch zwei Schieberpaare gebildet werden; jedes Schieberpaar wird durch Eine Schraube mit entgegengesetzt geschnittenen Gewinden so bewegt, daß die Mitte der Hypothenuse des zu einem größeren oder kleineren rechtwinklichen Dreiecke sich bildenden Diaphragma unverrückt bleibt.

Vermöge dieser Einrichtung sieht man bei gehöriger Stellung des Rohrs und der Spiegel zwei Sterne zugleich, und zwar jeden wie eine rechtwinklige Dreiecksfläche, wenn die Objectivhälften von der Normallage zum Ocular abweichen; von dieser Abweichung hängt sowohl die scheinbare Gröfse des Dreiecks als dessen Flächenhelligkeit ab, aber jene zugleich mit von der Diaphragmenöffnung, diese von der eigenthümlichen Helligkeit jedes Sterns; man kann daher durch Aenderung der einen Abweichung die Flächenhelligkeiten beider Bilder, und, wenn man will, durch Abänderung einer Diaphragmenöffnung, auch ihre Gröfse, zur Gleichheit bringen. Daß so das Verhältniß der Lichtstärke zweier Sterne gefunden, und dabei auch etwaige Ungleichheiten in den Objectivhälften und Prismenspiegeln durch umgekehrte Combination eliminirt werden können, bedarf nun keiner weiteren Ausführung.

Der Verfasser hat seinen Apparat einer strengen Prüfung unterzogen, aber geflissentlich nicht an Sternen, son-



dem an künstlich hervorgebrachten sternähnlich leuchtenden Punkten. Diese künstlichen Sterne erhielt er durch den Reflex des Tageslichts von zwei nahe gleichen gut polirten Stahlkugeln, etwa  $\frac{1}{4}$  Zoll im Durchmesser. Das Tageslicht, für beide Kugeln von einerlei Stelle des Himmelsgrundes herrührend, gelangte zu den Kugeln durch kreisrunde Blendungen von verschiedener Weite, und es war Sorge getragen, daß kein fremdes Licht weder die Kugeln noch das Auge des Beobachters treffen konnte. Es wurden überhaupt vier Blendungen gebraucht, die engste 7, die weiteste 20 Linien im Durchmesser; durch die sechs verschiedenen Combinationen konnte man also künstliche Sterne von sechs verschiedenen Lichtverhältnissen erhalten; die größte Ungleichheit, wie 1 zu 8, entspricht, nach des Verfassers eigenen Untersuchungen, nahe dem Mittelverhältnisse zweier Sterne, die um zwei Ordnungen von einander abstehen. Diese künstlichen Sterne erschienen wirklich ganz ähnlich, aber ohne den Wechsel und das Wallen, wodurch die Beobachtungen wirklicher Sterne oft so unsicher werden; überdies hatten sie den höchst wichtigen Vorzug, daß ihr Helligkeitsverhältniß aus den Blendungsöffnungen a priori bekannt war. Der Verfasser theilt die große Zahl von Messungen ihrer Lichtstärke mit dem Prismenphotometer im ausführlichen Detail mit, ohne diejenigen zu verschweigen, bei welchen sich anfangs einige Unregelmäßigkeiten zeigten, deren Ursachen jedoch entdeckt und weggeräumt wurden. Der wahrscheinliche Fehler Einer Vergleichung ergibt sich aus der Gesammtheit der Messungen als  $\frac{1}{37}$  der ganzen Helligkeit, diese möge groß oder klein seyn, und die Verhältnisse der verschiedenen künstlichen Sterne zeigen eine vollkommen befriedigende Uebereinstimmung mit den Blendungsöffnungen.

Die Tauglichkeit des Apparats zu scharfer Vergleichung der Helligkeit leuchtender Punkte ist hierdurch auf eine genügende Art erwiesen, und wenn man auch un-

gern Anwendungen auf wirkliche Sterne vermifst, so hat man doch Grund genug, auch bei diesen befriedigende Resultate zu erwarten, wenn man nur, wie der Verfasser mit Recht verlangt, die Beobachtungen auf besonders günstige atmosphärische Zustände beschränkt, wo man bei der leichten Handhabung des Instruments, in wenigen Stunden mehr ausrichten wird, als unter ungünstigen Umständen an vielen Tagen. Uebrigens enthält die Abhandlung noch manche andere photometrische Untersuchungen und Ansichten von bedeutendem Interesse, die jedoch, als zur Hauptsache nicht wesentlich nothwendig, hier mit Stillschweigen übergangen werden können. Einige Anwendungen der Wahrscheinlichkeitsrechnung im letzten Abschnitt würden einer Berichtigung bedürfen, was jedoch für den Hauptgegenstand selbst ganz unwesentlich ist.

Endlich kann noch bemerkt werden, dafs das Prismenphotometer, obwohl auf ein ganz anderes Princip gegründet, als das der Abhandlung No. 1 zum Grunde liegende, doch zugleich die Möglichkeit darbietet, Sterne nach dem andern Princip zu vergleichen, nämlich durch zugleich erscheinende *deutliche* Bilder bei mefabar verengter Objectivöffnung, und dafs selbst bei dieser Beobachtungsart, welche übrigens der Verfasser nach seinen Erfahrungen für verwerflich hält, die Einrichtung des Prismenphotometers Vorzüge vor der bei Abhandlung 1 beschriebenen haben würde.

Da die Abhandlung 3 die Aufgabe am vollkommensten und auf eine solche Art gelöst hat, dafs ein schätzbarer Fortschritt in diesem Theile der practischen Astronomie dadurch begründet wird, so hat die Königl Societät ihr den Preis, der Abhandlung 1 hingegen, die ebenfalls sehr verdienstvoll ist, das Accessit zuerkannt.

Der Verfasser der gekrönten Abhandlung ist, nach dem in der öffentlichen Sitzung der Societät vom 14. Februar entsiegelten Zettel:

Dr. Steinheil in München.

Der Zettel zu der Abhandlung No. 2 wurde in derselben Sitzung uneröffnet verbrannt.

## VII. *Darstellung und Entwicklung der Krystallverhältnisse vermittelt einer Projectionsmethode;*

*von August Quenstedt.*

(Schluss.)

### Berechnung der ebenen Winkel.

Sie machen eben so wenig Schwierigkeit. Denn, wie wir oben schon gesagt haben, liegen ihre Scheitel in  $c$ , während ihre Schenkel in den Zonenpunkten ruhen. Nehmen wir also eine beliebige Krystallfläche, deren Sectionslinie den allgemeinen Ausdruck  $\left[\frac{a}{m} : \frac{b}{n}\right]$  hat, so ist das Perpendikel, von  $c$  aus auf diese Sectionslinie gefällt, der gemeinschaftliche Cosinus für alle ebenen Winkel, welche nur möglicherweise auf der Krystallfläche gebildet werden können. Dieser Cosinus ist:

$$= \sqrt{c^2 + \frac{a^2 b^2}{n^2 a^2 + m^2 b^2}}.$$

Denn nach Fig. 5 ist  $\cos = \sqrt{c^2 + y^2}$ , wenn wir uns  $c$  aus der Ebene des Papiers tretend denken; und:

$$y = \frac{\frac{a}{m} + \frac{b}{n}}{\sqrt{\frac{a^2}{m^2} + \frac{b^2}{n^2}}} = \frac{ab}{\sqrt{n^2 a^2 + m^2 b^2}}.$$

Die Sin. liegen alle in der nach beiden Seiten verlängerten Linie  $xz$ , auf der immer die Entfernungen der Zonenpunkte vom Fußpunkte des Cos. gesucht werden müssen. Es verhält sich aber:

$$\alpha : \beta = \frac{a^2}{m^2} : \frac{b^2}{n^2},$$

oder:

$$\alpha + \beta : \frac{a^2}{m^2} + \frac{b^2}{n^2} = \alpha : \frac{a^2}{m^2},$$

folglich ist:

$$\begin{aligned} \alpha &= \frac{(\alpha + \beta) \frac{a^2}{m^2}}{\frac{a^2}{m^2} + \frac{b^2}{n^2}} = \frac{\frac{a^2}{m^2} \sqrt{\frac{a^2}{m^2} + \frac{b^2}{n^2}}}{\frac{a^2}{m^2} + \frac{b^2}{n^2}} \\ &= \frac{a^2}{m^2 \sqrt{\frac{a^2}{m^2} + \frac{b^2}{n^2}}} \end{aligned}$$

Da nun die Sectionslinien durch die Zonenpunkte rational getheilt werden, so kann man jeden Theil als  $\frac{\alpha + \beta}{v}$  ansehen, folglich ist der:

$$\sin = \frac{a^2}{m^2 \sqrt{\frac{a^2}{m^2} + \frac{b^2}{n^2}}} \pm \frac{1}{v} \sqrt{\frac{a^2}{m^2} + \frac{b^2}{n^2}}$$

mithin:

$$\begin{aligned} \sin : \cos &= \frac{a^2}{m^2 \sqrt{\frac{a^2}{m^2} + \frac{b^2}{n^2}}} \pm \frac{1}{v} \sqrt{\frac{a^2}{m^2} + \frac{b^2}{n^2}} : \sqrt{c^2 + \frac{a^2 b^2}{n^2 a^2 + m^2 b^2}} \\ &= \frac{a^2}{m^2} \pm \frac{1}{v} \left( \frac{a^2}{m^2} + \frac{b^2}{n^2} \right) : \frac{1}{mn} \sqrt{n^2 a^2 c^2 + m^2 b^2 c^2 + a^2 b^2} \\ \sin : \cos &= \frac{a^2}{m^2} \left( \frac{v \pm 1}{v} \right) \pm \frac{b^2}{vn^2} : \frac{1}{mn} \sqrt{n^2 a^2 c^2 + m^2 b^2 c^2 + a^2 b^2} \end{aligned}$$

Auf der anderen Seite des Cosinus erhalten wir durch bloße Vertauschung von  $\frac{b}{n}$  mit  $\frac{a}{m}$  den Ausdruck:

$$\sin : \cos = \frac{b^2}{n^2} \left( \frac{v \pm 1}{v} \right) \pm \frac{a^2}{vm^2} : \frac{1}{mn} \sqrt{n^2 a^2 c^2 + m^2 b^2 c^2 + a^2 b^2}$$

Für besondere Fälle und in den verschiedenen Systemen lassen sich diese Formeln sehr vereinfachen, was dem denkenden Leser selbst überlassen bleibt.

Hiermit ist die Berechnung des Krystalls auf die beiden großen Aufgaben zurückgeführt, und es ist auch zugleich einleuchtend, *dafs die Probleme gelöst sind, sobald wir die Ausdrücke der Zonenpunkte und der Flächen kennen.*

Es sind nun aber in neueren Zeiten Winkel zur Sprache gekommen, die allerdings schiefwinklige Axen voraussetzen, oder wenigstens beweisen, dafs Störungen stattgefunden haben. Im Allgemeinen ist freilich den Differenzen der Winkel die Gränze in so weit noch nicht gesteckt, dafs man sich berechtigt fühlen dürfte, ein entscheidendes Urtheil darüber zu fällen; und wenn anders der Isomorphismus Wahrheit hat, so sehen wir, dafs mehrere Grade sogar als ein Nichtiges angesehen werden müssen gegen die Allgemeinheit der Theorie.

Bei den 2- und 1gliedrigen Systemen (monoklimetrischen) sind besonders zwei Fälle zu sondern: entweder ist:

- 1) der Winkel  $\gamma$ , welchen  $a$ , mit  $c$ , (wie man die schiefwinkligen Axen bezeichnet) macht, so beschaffen, dafs man seinen Sinus bequem zur absoluten Länge der Axe  $c$  annehmen kann; wie dieses bei den ausgezeichnetsten 2- und 1gliedrigen Systemen der Hornblende, des Augits etc. der Fall ist, wo man blofs willkürlich schiefwinklige Axen untergelegt hat; oder es ist
- 2) der Winkel  $\gamma$  so wenig von  $90^\circ$  verschieden, dafs man sehr versucht ist, Mißtrauen in die Differenzen zu setzen.

Wenn jedoch im letzteren Falle die Erfahrung einmal lehrt, dafs solche Unterschiede constant sind, dafs also die vordere Schiefendfläche  $P$  eine andere Neigung gegen die Axe hat, als die hintere Gegenfläche  $x$ ; so muß

die Theorie sich bequemen, solche Thatsachen in ihr System aufzunehmen, um wenigstens im Stande zu seyn, die gemessenen Winkel zu controlliren. Die Formeln für Sinus und Cosinus behalten in diesem Falle nicht ihre Einfachheit bei, sondern wir müssen, wie die Astronomie für ihre Störungen, Correctionsglieder anbringen.

Es bleiben nämlich bei den 2- und 1gliedrigen Systemen die Axenebenen, welche durch  $ac$  und  $bc$  gelegt sind, noch auf einander senkrecht; eben so die durch  $ab$  und  $ac$  gelegten; aber die durch  $bc$  und  $ab$  gehenden machen einen schiefen Winkel mit einander. Man kann dieses auch so ausdrücken, dafs  $b$  auf  $a$  und  $c$  senkrecht bleibt, hingegen  $c$  in der Ebene  $ac$  seine Lage verändert. Da also  $a$  auf  $b$  senkrecht bleibt, so behalten die Flächenlinien in der Sectionsebene, ob sie gleich schief gegen  $c$  steht, dennoch streng dieselbe gegenseitige Lage bei. Es bewahren daher sämtliche Zonenpunkte dieselbe rationale Beziehung auf die Axen. Dieser Satz bildet den Anhaltspunkt für die folgenden kristallonomischen Resultate.

Nehmen wir nun an, dafs in unserer Figur die Flächen des Feldspaths auf eine solche schief gegen  $c$  laufende Sectionsfläche projecirt sind, so kann man durch die Axe  $b$  eine neue Ebene legen, welche rechtwinklig gegen  $c$  steht. Nennen wir erstere kurz  $S$ , letztere  $S_1$ . Die Zonenaxen, welche sämtlich von  $c$  ausstrahlend die  $S$  in ihren zugehörigen Zonenpunkten schneiden, werden nun auch die neue  $S$  treffen. Die Axe  $b$  behält in beiden ihre Lage bei, und nennen wir von den Axen  $a$ , die in  $S \dots a$ , die andere in  $S_1 \dots a_1$ , so schliessen beide  $a$  und  $a_1$  einen Winkel  $\alpha$  ein, der natürlich in der Ebene  $ca$  liegt. Jetzt tritt die wichtige Frage ein: welche Beziehung haben die neuen Zonenpunkte in der  $S$  auf die alte unveränderte Axe  $b$ , und auf die neue veränderte  $a$ ? Wir müssen also, wenn uns in  $S$  ein Zonenpunkt

$\left(\frac{a_2}{m} + \frac{b}{n}\right)$  gegeben war, den neuen unbekannten Ausdruck

$\left(\frac{a}{p} + \frac{b}{q}\right)$  für den ihm in  $S$  entsprechenden Zonenpunkt

suchen. Da aber  $b$  auf beiden Axen  $a$  und  $a_2$  senkrecht steht, so sind die senkrechten Abstände der Zonenpunkte von  $a_2$  in der  $S_2$  parallel denen von  $a$  in  $S$ , weil beide der gemeinsamen Axe parallel gehen. Wir dürfen also nur suchen, wie die Zonenaxe  $\left(c; \frac{a_2}{m}\right)$  die Axe  $a$  schneidet.

In Fig. 6 ist  $oc$  die Axe  $c$ ,  $om' = \frac{a}{m}$ ,  $om = \frac{a_2}{m}$ .

Setzen wir nun  $k = \sin \alpha$  für die Axeneinheit von  $a_2$ , so ist das Perpendikel  $mm' = \frac{k}{m}$ ;  $og = x$  wird gesucht. Es verhält sich aber:

$$c : \frac{k}{m} = x : \frac{a}{m} - x,$$

oder:

$$c + \frac{k}{m} : \frac{a}{m} = c : x,$$

folglich:

$$x = \frac{c \cdot \frac{c}{m}}{c + \frac{k}{m}} = \frac{ac}{mc + k}$$

Da nun  $k = \sqrt{a_2^2 - a^2}$  bekannt ist, so wird, setzen wir

$$c = 1, \quad x = \frac{a}{p} = \frac{a}{m + k}.$$

Die Beziehung der Zonenpunkte auf die Axe  $b$  findet sich folgendermaßen:

$$\frac{b}{n} : \frac{b}{q} = mc : gc;$$

ferner verhält sich:

$$cg : x = gm : gm',$$

oder:

$$cg + gm : cg = x + gm' : x,$$

das heißt:

$$mc : cg = om' : x = \frac{a}{m} : \frac{a}{m+k},$$

folglich:

$$\frac{b}{n} : \frac{b}{q} = \frac{a}{m} : \frac{a}{m+k} = \frac{1}{m} : \frac{1}{m+k},$$

$$\frac{b}{q} = \frac{mb}{n(m+k)}.$$

Da nun  $\frac{a}{p} = \frac{a}{m+k}$ , und  $\frac{b}{q} = \frac{mb}{n(m+k)}$ , so erhält der gesuchte Zonenpunkt in der Ebene  $S$  den Ausdruck:

$$\left( \frac{a}{m+k} + \frac{mb}{n(m+k)} \right).$$

Jetzt, da wir den Zonenpunkt kennen, sind die Correctionsformeln durch einfache Substitution gefunden. Wir hatten oben die allgemeine Formel entwickelt:

$$\sin : \cos = \frac{\sqrt{\frac{a^2}{m^2} + \frac{b^2}{n^2} + c^2}}{abc} : \frac{\mu}{na^2} - \frac{\nu}{mb^2},$$

welche stattfindet für eine Krystallfläche  $\left[ \frac{a}{\mu} : \frac{b}{\nu} : c \right]$  gegen eine Ebene, die durch die Axe  $c$  und den Zonenpunkt  $\left( \frac{a}{m} + \frac{b}{n} \right)$  geht. Sind die Axen nun aber schiefwinklig in der bekannten Weise, so bekommt die Fläche den Ausdruck  $\left[ \frac{a_s}{\mu} : \frac{b}{\nu} : c \right]$ , und der Zonenpunkt  $\left( \frac{a_s}{m} + \frac{b}{n} \right)$ . Beziehen wir diese auf rechtwinklige Axen, so erhält die Fläche, welche ihren Ausdruck nur in  $a$ , nicht in  $b$  verändert, das Zeichen  $\left[ \frac{a}{\mu+k} : \frac{b}{\nu} : c \right]$ ; der Zonenpunkt hingegen das Zeichen  $\left( \frac{a}{m+k} + \frac{mb}{n(m+k)} \right)$ ,  
wie



wie wir oben sahen. Substituiren wir demnach in obiger Formel für die Neigung der Kantenwinkel:  $m=m+k$  und  $\mu=\mu+k$ , so kommt die Gleichung:

$\sin : \cos$

$$= \frac{\sqrt{c^2 + \frac{m^2 b^2}{n^2 (m+k)^2} + \frac{a^2}{(m+k)^3}}}{abc} : \frac{(\mu+k)m}{n(m+k)a^2} - \frac{v}{(m+k)b^2},$$

wo  $c=1$  gedacht ist, oder wenn wir es wirklich setzen:

$$\sin : \cos = \frac{1}{ab} \sqrt{n^2(m+k)^2 + m^2 b^2 + n^2 a^2} : \frac{(\mu+k)m}{a^2} - \frac{vn}{b^2}$$

$\sin : \cos = ab \sqrt{n^2(m+k)^2 + m^2 b^2 + n^2 a^2} : b^2(\mu+k)m - a^2 vn$ , eine Formel, die einfach und elegant ist. Setzen wir in ihr  $k=0$ , so wird sie natürlich wieder auf die erstere reducirt. Ist  $k$  auf der vorderen Seite positiv, so ist es auf der hinteren negativ, und umgekehrt. Da sich  $k$  immer den Gränzen der 0 nähert, so kann es, wie in der Astronomie, mit Recht nur als ein Correctionsglied angesehen werden.

Die Formeln für die ebenen Winkel erhalten wir ebenfalls sehr leicht. Denn da die Flächenlinie  $\left[\frac{b}{n} : \frac{a}{m}\right]$  in der Ebene  $S_1$ , in der  $S$  das Zeichen  $\left[\frac{b}{n} : \frac{a}{m+k}\right]$  bekommt, so dürfen wir nur in obigen Formeln  $m=m+k$  setzen, und wir erhalten dann für  $c=1$ :

$$\begin{aligned} \sin : \cos &= \frac{a^2}{(m+k)^2} \left( \frac{v \pm 1}{v} \right) \pm \frac{b^2}{vn^2} \\ &: \frac{1}{(m+k)n} \sqrt{n^2 a^2 + (m+k)^2 b^2 + a^2 b^2} \\ &= a^2 n^2 \left( \frac{v \pm 1}{v} \right) \pm \frac{b^2 (m+k)^2}{v} \\ &: (m+k)n \sqrt{n^2 a^2 + (m+k)^2 b^2 + a^2 b^2} \end{aligned}$$

auf der entgegengesetzten Seite des Cosinus kommt alsdann:

$$\sin : \cos = b^2 (m+k)^2 \left( \frac{v \pm 1}{v} \right) \pm \frac{a^2 n^2}{v} \\ : (m+k) n \sqrt{n^2 a^2 + (m+k)^2 b^2 + a^2 b^2}.$$

Bei der practischen Anwendung dieser Formeln ist es am bequemsten, sich die Elemente und deren Logarithmen, so wie auch ihre Quadrate ein für alle Mal auszurechnen. Sind dann z. B. die Neigungen der Flächen aus der ersten Kantenzone ( $a+b$ ) zu berechnen, so ist in der allgemeinen Formel:

$\sin : \cos$

$= ab \sqrt{n^2 (m+k)^2 + m^2 b^2 + n^2 a^2} : b^2 (\mu+k) m - a^2 \nu m$   
 $m=1, n=1$ ; und für ungefähre Berechnung setzt man  $k=0$ . Ausserdem verhalten sich annäherungsweise  $a:b:c = \sqrt{13} : \sqrt{3.13} : \sqrt{3}$ , also für  $c=1$ , ist  $a = \sqrt{\frac{13}{3}}$ ,  $b = \sqrt{13}$ ; substituiren wir dieses, so erhalten wir:

$$\sin : \cos = \frac{13}{\sqrt{3}} \sqrt{1 + 13 + \frac{13}{3}} : 13\mu - \frac{13}{3}\nu \\ = \frac{1}{\sqrt{3}} \sqrt{14 + \frac{13}{3}} : \mu - \frac{1}{3}\nu$$

$$\sin : \cos = \sqrt{55} : 3\mu - \nu.$$

Jetzt sind nur noch  $\mu$  und  $\nu$  für bestimmte Flächen zu suchen. Für die Rhomboidfläche  $o$  ist  $\mu = -1, \nu = 2$ ; für die untere Rhomboidfläche  $\mu = -3, \nu = 4$ ; für die Schiefendfläche  $\mu = 1, \nu = 0$  u. s. w. Setzen wir diese Gröfsen abermals in die Formel, so bekommen wir die Ausdrücke für die Tangenten der Neigungswinkel der Flächen gegen die Säule. So wie wir aber diese Zone behandeln, gerade so verfahren wir mit den übrigen. Wollen wir scharfe Berechnungen der Winkel haben, so müssen wir die Axen in Decimaltheilen berechnen, und ebenfalls  $k$  streng bestimmen, Probleme, die nur mathematisch gelöst werden können.

Nicht minder leicht sind die ebenen Winkel gefunden. Beispielsweise wollen wir diejenigen suchen, welche auf der Fläche  $n$  entstehen. Wir sehen auf ihr 7 Zonenpunkte. Setzen wir das Stück, welches zwischen den Axen  $\frac{a}{4}$  und  $a$  liegt,  $=1$ , so ist, nennen wir den

in der Axe  $a$  liegenden Zonenpunkt den ersten, der zweite vom ersten  $\frac{1}{3}$ , und die folgenden der Reihe nach  $\frac{1}{3}$ , 1,  $\frac{2}{3}$ , 2, 4 entfernt. In diesen Punkten stehen die Schenkel der ebenen Winkel. Fällt man in der Fläche  $n$  auf ihre Sectionslinie ein Perpendikel, so ist dieses der Cosinus für sämtliche Winkel, die Entfernung des Zonenpunktes des Cosinus von den übrigen Punkten sind die Sinus. In der allgemeinen Formel ist das Stück zwischen dem Zonenpunkte des Cosinus und der Axe berechnet, und die Stücke  $\frac{1}{3}$ ,  $\frac{2}{3}$ .... abgezogen oder addirt, je nachdem der Punkt innerhalb oder außerhalb desjenigen Quadranten liegt, wo der Zonenpunkt des Cosinus sich befindet. Der Ausdruck der Sectionslinie von

$n$  ist  $\left[\frac{b}{4} : a\right]$ , setzen wir demnach in der allgemeinen Formel:

$$\sin : \cos = a^2 n^2 \left( \frac{v \pm 1}{v} \right) \pm \frac{b^2 (m+k)^2}{v} \\ : (m+k) n \sqrt{n^2 a^2 + (m+k)^2 b^2 + a^2 b^2}$$

$n=4$ ,  $m=1$  und  $k=0$ , so wird der constante

$$\cos = 4 \sqrt{16 a^2 + b^2 + a^2 b^2},$$

hingegen der

$$\sin = 16 a^2 \left( \frac{v \pm 1}{v} \right) \pm \frac{b^2}{v}$$

Für den ersten Punkt oder den Diagonalzonenpunkt von  $P$  ist  $v=\infty$ , folglich  $\sin=16 a^2$ ; für den zweiten ist  $v=\frac{1}{3}$ , folglich  $\sin=16 a^2 \cdot \frac{3}{4} - \frac{4 b^2}{7}$ ; für den dritten

ist  $v = \frac{5}{4}$ , folglich  $\sin = 16a^2 \cdot \frac{1}{4} - \frac{4b^2}{5}$ . Wird der Sinus negativ, so ist dadurch angedeutet, dafs er auf die entgegengesetzte Seite des Cosinus fällt, wir müssen alsdann den Sinus der zweiten Formel nehmen:

$$\begin{aligned}\sin &= b^2(m+k)^2 \left( \frac{v \pm 1}{v} \right) \pm \frac{a^2 n^2}{v} \\ &= b^2 \left( \frac{v \pm 1}{v} \right) \pm \frac{16a^2}{v}.\end{aligned}$$

Man kann jedoch mit der vorigen Formel auch fortrechnen, wenn man nur den Sinus als absolute Gröfse nimmt, d. h. sein Zeichen unberücksichtigt läfst. Wir wollen hier aber die Werthe aus der zweiten Formel entwickeln, wo  $u$  für den vierten Punkt  $= \infty$ , mithin  $\sin = b^2$  wird. Für den fünften ist  $v = 3$ , daher  $\sin = \frac{4}{3}b^2 + \frac{16}{3}a^2$ ; für den sechsten ist  $v = 1$ , also  $\sin = 2b^2 + 16a^2$ ; endlich für den siebenten  $v = \frac{1}{3}$  und  $\sin = 4b^2 + 48a^2$ . Die weiteren Berechnungen sind sehr leicht ausgeführt, weshalb wir sie hier übergehen.

Beim practischen Gebrauche der Formeln ist es am bequemsten, sich die Elemente nebst ihren Logarithmen, so wie auch ihre Quadrate ein für alle Mal auszurechnen. Um ferner eine Uebersicht der Winkel zu bekommen, pflege ich die Grade auf der Intersectionslinie zwischen die Flächenlinien einzuschreiben. Die ebenen Winkel mit den Kantenwinkeln zu controlliren, bringe ich die trigonometrischen Sätze einer rechtwinkligen Ecke in Anwendung. Nennen wir in ihr die Kantenwinkel  $A, B, C$ ; die gegenüberliegenden Flächenwinkel  $\alpha, \beta, \gamma$ , so finden für  $C = 90^\circ$  folgende sechs bekannten Sätze statt:

- 1)  $\cos \gamma = \cos \alpha \cdot \cos \beta$
- 2)  $\cos \gamma = \cotg A \cdot \cotg B$
- 3)  $\sin \alpha = \sin \gamma \cdot \sin A$
- 4)  $\tg \alpha = \sin \beta \cdot \tg A$
- 5)  $\tg \beta = \cos A \cdot \tg \gamma$
- 6)  $\cos A = \sin B \cdot \cos \alpha$

Durch solche Sätze wird unsere Figur geeignet, sphärische Trigonometrie in Anwendung zu bringen, denn wir sehen alle nur möglichen Combinationen von körperlichen Ecken neben einander gelegt.

Ich breche hier die Abhandlung ab, um später die Berechnung der 6gliedrigen und 3gliedrigen Systeme zu geben. Auch bei den 1- und 1gliedrigen Systemen lassen sich ganz analoge Correctionsformeln aufstellen. Ueberdißs braucht wohl kaum erwähnt zu werden, daß sich alle Systeme, denen drei rechtwinklige Axen zum Grunde liegen, auf obige Weise berechnen lassen.

Endlich kann man durch diese Art der Darstellung auch die Zwillingsverhältnisse näher beleuchten, wenn wir die Projection auf einer dazu geeigneten Fläche ausführen. Sätze der Art sind ohne Schwierigkeit gelöst, ja die einfachsten Proportionen geben uns die Lösung, so daß auch der weniger geübte Mathematiker, sofern er nur das Anschauungsvermögen auf die erforderliche Weise ausgebildet hat, sie ohne große Mühe zum Verständniß bringen kann. Die Rechnungen sind geführt, so wie die Anschauung klar aufgefaßt ist.

---

### VIII. *Beschreibung des Junckerits oder kohlensauren Eisenoxyduls, einer neuen Mineral-species; von Hrn. Dufrénoy.*

(*Ann. de chim. et de phys. T. LVI p. 198. Abgekürzt.*)

Das kohlensaure Eisenoxydul krystallisirt in Rhomboëdern von  $107^\circ$ , und auch die blättrige Abänderung desselben, das Spatheisen, zeigt immer eine dreifache Spaltbarkeit, die einem Rhomboëder von  $107^\circ$  entspricht. Es hat also dieselbe Krystallform wie der Kalkspath, bis auf einen geringen Unterschied in den Winkeln. Die

Substanz, welche ich beschreiben will, besteht aus gleichen Elementen wie das kohlen saure Eisen oxydul, hat aber ein gerades rhombisches Prisma von  $108^{\circ} 26'$  zur Grundform. Sie weicht also in ihrer Krystallform von dem gewöhnlichen kohlen sauren Eisen oxydul ab, nähert sich aber andererseits der Form des Arragonits, die ebenfalls ein gerades rhombisches Prisma ist. Man kann also den Junckerit als einen Eisenarragonit betrachten, und in dieser Hinsicht hat er ein großes mineralogisches Interesse, da er uns ein neues Beispiel von Dimorphie liefert.

Die Krystalle des Junckerits sind Quadratocäeder, lassen indess keine Messung zu, weil die Flächen, wie beim Diamant, gekrümmt sind und auch eine matte Oberfläche haben. Sie zeigen drei Blätterdurchgänge, die spiegelnde und leicht zu messende Flächen darbieten. Zwei derselben sind den Diagonalebene des Octaëders parallel und bilden unter sich den Winkel  $108^{\circ} 26'$ ; die dritte steht senkrecht auf der Axe des Octaëders; sie führen also zu einem geraden rhombischen Prisma von  $108^{\circ} 26'$ .

Die beiden lothrechten Spaltungen erhält man leicht und immer; die dritte wird indess nur selten erhalten, vielleicht wegen der Kleinheit der Krystalle, die höchstens zwei Millimeter lang sind.

Der Junckerit ist gelblichgrau, ungefähr wie gewisse Arten des Tungsteins. Häufig ist er mit einer ochrichten Haut überzogen, herrührend von einer oberflächlichen Zersetzung; allein die nämlichen Krystalle haben einen glänzenden und sehr deutlichen Bruch.

Er ritzt Kalkspath leicht, wird aber vom Apatit geritzt und von allen Säuren in gelinder Wärme angegriffen. Vor dem Löthrohr giebt er mit Borax ein durchsichtiges gelbgrünes Glas, welches bei stärkerem Zusatz braun wird. Sein specifisches Gewicht ist 3,815.

Der Junckerit wurde in der Bretagne, in der Grube von Poullaouen gefunden, in einem in dem Königsschachte (*puits Koenig*) eröffneten Versuchsstollen. Er über-

kleidet kleine Quarzadern, welche Grauwacke durchziehen. Hr. Paillette, Vicedirector des Bergwerks, welchem wir die Entdeckung dieser Krystalle zu danken haben, gab ihm den Namen *Junckerit*, zu Ehren des Directors, Hrn. Juncker, welcher diese Gruben durch zahlreiche Verbesserungen vor ihrem Untergang schützte.

*Analyse.* Nachdem einige vorläufige Versuche gezeigt hatten, daß das Mineral frei von der darin vermutheten Wolframsäure sey, dagegen hauptsächlich Eisen und Kohlensäure enthalte, wurde eine Portion (0,4 Grm.) desselben, mit Hülfe der Wärme, in Königswasser gelöst, die dabei zurückbleibende Kieselerde abgeschieden und das Eisen als Oxyd durch Ammoniak gefällt. Die nun wieder filtrirte Flüssigkeit zeigte sich frei von Kalk, gab aber mit phosphorsaurem Natron etwas Talkerde. Das Eisenoxyd, durch Auflösung in Essigsäure und Fällung mit Schwefelwasserstoff-Ammoniak gefällt, erwies sich völlig rein. Die Menge der Kohlensäure wurde berechnet, nach dem Eisenoxydule, welches dem erhaltenen Eisenoxyd entsprach.

Bei einer anderen Analyse (No. II) wurde das Mineral (0,628 Grm.) in Salpetersäure gelöst, zur Trockne verdampft, aus dem Rückstand die salpetersaure Talkerde durch Alkohol ausgezogen, das Eisen in Salzsäure gelöst, und, nach Abscheidung der Kieselerde, durch Schwefelwasserstoff-Ammoniak gefällt.

So wurden in 100 gefunden:

	I.	II.
Eisenoxydul	47,9	53,6
Kohlensäure	30,0	33,5
Kieselerde	16,8	8,1
Talkerde	5,9	3,7
Verlust	1,4	1,1.

Kieselerde und Talkerde stammen offenbar aus der Gangart (Quarz und Grauwacke) ab, die sich nie ganz

entfernen liefs. Die wesentlichen Bestandtheile des Minerals sind Eisenoxydul und Kohlensäure, und zwar in demselben Verhältniß wie beim Spatheisenstein.

*Bemerkungen* <sup>1)</sup>. — Die meisten Carbonate krystallisiren in Rhomboëdern, und diejenigen, welche wie das des Baryts, Strontians, Bleis etc. nicht diese Form haben, besitzen ein dem Arragonit analoges Krystallsystem. Die Analogie führt uns also auf die Voraussetzung, daß wir nur eine der Formen dieser Carbonate kennen, und daß die zweite, wenn wir sie einmal anträfen, zum rhomboëdrischen Systeme gehören würde. Die Entdeckung des Junckerits unterstützt diese Voraussetzung, indem sie uns ein zweites Beispiel eines Carbonats von wohl bestimmter Zusammensetzung liefert, welches zugleich in Gestalt eines Rhomboëders und eines geraden rhombischen Prismas vorkommt.

Die Grundform des kohlensauren Bleis ist ein gerades rhombisches Prisma von  $117^\circ$ ; sie weicht von der des Arragonits nur um 50 bis 55 Minuten ab; allein das von Brooke beschriebene Blei-Sulfo-Carbonat von Leadhill in Schottland krystallisirt in Rhomboëdern von  $107^\circ 30'$ . Nimmt man an, diese Verbindung sey keine eigenthümliche Substanz, sondern bloß ein Gemenge von kohlensaurem und schwefelsaurem Bleioxyd, was sehr wahrscheinlich ist, da die beiden Bestandtheile nicht in bestimmtem Verhältnissen stehen und man mehrere solcher Gemenge kennt, so würde man ein drittes Beispiel von einem dimorphen Carbonate haben. Ueberdies würden sich merkwürdigerweise die Annäherungen zwischen den Winkeln  $105^\circ 5'$ ,  $107^\circ$ ,  $107^\circ 30'$  der rhomboëdrischen Carbonate bei denen  $116^\circ 5'$ ,  $117^\circ$ ,  $118^\circ$  der Carbonate in geraden rhombischen Prismen wiederfinden. Man könnte also annehmen, daß die beiden Formen, welche dimorphe Substanzen darbieten, unter sich durch ein Gesetz verknüpft wären wie die Wurzeln einer Gleichung zweiten Grades, und daß, wenn eine bekannt wäre, die

1) Sie stehen hier unverkürzt.



andere sich nothwendigerweise daraus ergäbe. Das rhombische Prisma wäre nach den wenigen uns bekannten Beispielen die dem Rhomboëder entsprechende Form.

Vielleicht liefse sich als Beispiel der so eben ausgesprochenen Vermuthungen noch anführen: der Eisenglanz (Eisenoxyd), der in Octaëdern krystallisiren soll, und das Gufseisen, welches bald in Octaëdern, bald in Rhomboëdern krystallisirt. Ich erwähne dieser beiden letzteren Substanzen indess nur mit Zweifel, weil ich die Winkel des octaëdrischen Eisenglanzes nicht kenne, und weil man nicht weiß, ob das rhomboëdrische Gufseisen gleiche Zusammensetzung habe wie das octaëdrische.

Ich muß auch noch bemerken, daß das specifische Gewicht des Arragonits im Verhältniß 29 : 27 größer ist als das des Kalkspaths. Das specifische Gewicht des prismatischen kohlensauren Eisenoxyduls ist 38, das des rhomboëdrischen dagegen 36. Nach diesen Beispielen scheint es, daß die Theilchen sich zur Bildung einer prismatischen Form stärker verdichten, als wenn sie sich zu einer rhomboëdrischen Gestalt vereinigen.

---

#### IX. *Bemerkungen zum Aufsatz des Hrn. Dufrenoy über den Junckerit.*

---

So interessant auch die Beobachtung des Hrn. D. ist, daß sich das kohlensaure Eisenoxydul auch in einer Form findet, die mit der des Arragonits übereinkommt, so unklar und fehlerhaft sind doch die Schlusssfolgen, die Hr. D. daraus zieht.

Unmöglich kann man doch das schwefelkohlensaure Blei von Brooke (*sulfato-tricarbonate of lead*) mit dem Kalkspath für isomorph halten; denn einmal ist die Grundform dieser Substanz gar kein Rhomboëder, wie Haidinger hinreichend bewiesen hat, welcher gezeigt

hat, daß die von Brooke für Rhomboëder genommenen Krystalle regelmäsig verbundene 2- und 1gliedrige Krystalle sind <sup>1)</sup>, und dann ist diese Substanz in Rücksicht der chemischen Zusammensetzung keine einfache kohlen-saure Verbindung, da man die 28,7 Proc. schwefel-sauren Bleioxyds, welche die Substanz zufolge der Analyse von Berzelius <sup>2)</sup> enthält, unmöglich für eingemengt halten kann, da die Krystalle durchsichtig sind, wenn gleich die Mengen des schwefelsauren und kohlen-sauren Bleioxyds, welche durch die Analyse gefunden worden sind, in keinem einfachen Verhältnisse mit einander stehen. Allerdings kommt das kohlen-saure Bleioxyd auch rhomboëdrisch vor; denn der in der Form mit dem Kalk-spath übereinkommende Plumbo-Calcit von Johnston <sup>3)</sup> enthält neben dem kohlen-sauren Kalk noch 7,8 Procent kohlen-sauren Bleioxyds, das hier doch in rhomboëdrischer Form mit dem kohlen-sauren Kalk verbunden seyn muß; davon hat indessen Hr. D. nichts erwähnt. Hr. D. schließt weiter, daß die nämlichen Verhältnisse in den Winkeln der rhomboëdrischen kohlen-sauren Verbindungen  $105^{\circ} 5'$ ,  $107^{\circ}$  und  $107^{\circ} 30'$  sich in den Winkeln 1- und 1axiger kohlen-saurer Verbindungen  $116^{\circ} 5'$ ,  $117^{\circ}$ ,  $118^{\circ}$  wieder finden. Die drei ersten Winkel sind die des Kalk-spaths, Spatheisensteins und des schwefelkohlen-sauren Bleis nach Brooke. Von den drei letzteren Winkeln gehören die beiden ersten dem Arragonit- und Weißbleierze an, wie D. selbst anführt; wozu gehört aber der dritte von  $118^{\circ}$ ? — das steht in der Abhandlung nicht — etwa dem Junckerit? Dann ist aber die Reihenfolge bei den rhomboëdrischen 1- und 1axigen Verbindungen verschieden; bei den ersteren steht zuerst Kalk, Eisen, Blei, bei den 1- und 1axigen würde dann die Reihenfolge seyn: Kalk, Blei, Eisen. — Auch sind die Winkel des

1) *Transactions of the royal society of Edinburgh*, 1824.

2) *Jahresbericht*, No. 6 S. 220.

3) *Annalen*, Bd. XXV S. 312.

Arragonits und des Weisbleierztes nicht ganz richtig angegeben; der der ersteren Substanz beträgt, nach den Messungen von Kupffer,  $116^{\circ} 16'$ , der der letzteren  $117^{\circ} 14'$ .

Hr. Dufrénoy stellt nun weiter die merkwürdige Hypothese auf, dafs, weil bei den dimorphen neutralen kohlelsauren Salzen die vorkommenden Formen Rhomboëder und gerade geschobene 4seitige Prismen sind, auch bei allen andern dimorphen Substanzen, wenn die eine Form ein Rhomboëder ist, die andere ein gerade geschobenes 4seitiges Prisma seyn möchte; als ob ein Beispiel eine allgemeine Regel begründen könnte, denn die drei Fälle des kohlelsauren Kalks, Eisenoxyds und Bleioxyds können doch nur für *einen* gelten, da sie isomorphe Substanzen sind. Die Beispiele, die Hr. Dufrénoy zur Unterstützung seiner Hypothese vermuthungsweise anführt, sind theils gewifs, theils sehr wahrscheinlich unrichtig; denn die octaëdrischen Krystalle von Eisenoxyd, die Hr. D. anführt, sind Afterkrystalle von Eisenoxyd, ursprüngliche Krystalle von Magneteisenstein, die, mit Beibehaltung der äufseren Form, sich in Eisenoxyd umgeändert haben (wie ebenfalls Haidinger bewiesen hat), und die Beobachtung von einem rhomboëdrischen Gufseisen möchte wohl wahrscheinlich auf einem Irrthum beruhen.

Die Abhandlung des Hrn. D. würde offenbar besser gewesen seyn, wenn die Zusätze zu derselben fortgeblieben wären, wiewohl auch zu wünschen stände, dafs die Form des Junckerits deutlicher und bestimmter beschrieben worden wäre als von Hrn. D. geschehen ist.

X. Ueber die Dimorphie des Baryto-Calcits;  
von Hrn. J. F. W. Johnston.

Lehrer der Chemie und Mineralogie an der Universität zu Durham

(Phil. Mag. Ser. III Vol. VI p. 1.)

Die zuerst von Brooke unter dem Namen Baryto-Calcit als ein neues Mineral beschriebene und krystallographisch untersuchte Substanz ist gegenwärtig allen Mineralogen bekannt und in den meisten Sammlungen anzutreffen. Sie hat, nach Children, das specifische Gewicht 3,66, und, nach Brooke, zur Grundform ein schiefes rhombisches Prisma, worin  $M$  zu  $M=106^{\circ} 54'$  und  $M$  zu  $P=102^{\circ} 54'$ .

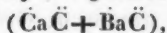
Seit die Begründung des Dimorphismus und besonders seit die Analyse des Plumbo-Calcits mich befähigte, die Carbonate von Blei und Kalk als *isodimorphe* Körper zu bezeichnen <sup>1)</sup>, habe ich dieses Mineral mit ganz besonderem Interesse beachtet. Bilden Kalk, Baryt, Strontian und Bleioxyd eine isomorphe Gruppe, von denen zwei bereits als *dimorph* erkannt sind, so können wir natürlich bei den andern beiden dieselbe Eigenschaft vermuthen. Wir dürfen erwarten, daß Carbonate, z. B. die von Baryt und Strontian, entweder für sich oder verbunden mit einem andern zu derselben Gruppe gehörenden Carbonate, in zwei oder *mehren* unvereinbaren Formen krystallisiren. Allein der von Brooke gemessene Baryto-Calcit gab uns nicht den erwarteten Aufschluß darüber. Seine Krystallform war weder die gewöhnliche des kohlensauren Baryts, noch die rhomboëdrische des kohlensauren Kalks; sie war weder ein Rhomboëder noch ein gerades rhombisches Prisma, und doch schien sie zu beiden eine Analogie zu haben. Sie hatte das Schiefe der einen Gestalt und das Prismatische der andern, kurz gehörte zum hemiprismatischen System von Mohs.

1) Annalen, Bd. XXV S. 312.

Seit der Baryto-Calcit von Brooke und Children beschrieben worden, ist er in den Bleigruben zu Alston Moor in bedeutender Menge gefunden; neuerlich ist er auch an mehreren anderen Orten vorgekommen, allein anscheinend unter anderen Verhältnissen und von anderem Ansehen. Die Bleigrube von Fallowfield, unweit Hexham in Northumberland, ist den neueren Mineraliensammlern als der Fundort der schönsten jemals vorgekommenen Krystalle von kohlensaurem Baryt bekannt. In dieser Grube fand sich vor einiger Zeit ein Mineral in sechsseitigen Prismen, rein weifs, oft durchscheinend, hie und da schön nelkenroth gefärbt, und zuweilen opak von einer Incrustation, anscheinend von schwefelsaurem Baryt. Späterhin hat man dasselbe Mineral in den Bleigruben bei Alston Moor angetroffen, mit denselben Kennzeichen, bis auf die Nelkenfarbe, die ich noch bei keinem Exemplar von dorthier beobachtet habe.

Die Krystalle ritzen kohlensauren Baryt und den schief rhombischen Baryto-Calcit von Brooke, haben bei 60° F. das specifische Gewicht 3,76, und zeigen das gerade Prisma des Arragonits und Witherits, was letzteres Prof. Miller in Cambridge bestätigt hat.

Eine andere Abart desselben Minerals, gefunden zu Fallowfield, ist blofs sahnfarben, hat Perlenglanz und bildet zuweilen derbe Massen, häufiger runde platte Concretionen von Erbsengröfse und darüber. Unter dem Mikroskope erweisen sich diese Concretionen als Aggregate kleiner dreiseitiger Flächen, welche in den regulärer krystallisirten Exemplaren fast die Länge eines halben Zolls erreichen. Ich habe diese beiden Varietäten untersucht, und sie zusammengesetzt gefunden aus kohlensaurem Kalk und Baryt zu gleichen Atomen



mit kaum einer Spur von Eisen und Mangan. Diese Krystalle haben also die nämliche Zusammensetzung wie, nach Children, der schief rhombische Baryto-Calcit

von Brooke. Sie haben jedoch eine andere Form, sind nämlich gerade rhombische Prismen, und gehören in's prismatische System von Mohs, während die schief rhombischen Krystalle dem hemiprismatischen Systeme angehören. Diefs Mineral ist also dimorph.

Die Dimorphie dieses Minerals hat jedoch etwas Eigenthümliches, was, glaube ich, sonst noch nicht beobachtet worden ist. Die gewöhnliche Form des kohlensauren Baryts ist ein gerades rhombisches Prisma; der kohlensaure Kalk, als Arragonit, krystallisirt in derselben Form. Es ist also nicht überraschend, daß die Verbindung beider dieselbe Form annimmt. Auch hätte es nichts sehr Auffallendes, wenn wir, wie wahrscheinlich späterhin geschehen wird, eine ähnliche Verbindung der beiden Carbonate in rhomboëdrischer Form, der gewöhnlichen Form des Kalkspaths, anträfen. Es wird immer, wenn man sie dereinst beobachtet, eine interessante Thatsache seyn; allein wir sind einigermassen auf sie vorbereitet, da wir die Form und Zusammensetzung des Plumbo-Calcits kennen. Allein die zweite Form des Baryto-Calcits hat das Merkwürdige, daß sie weder ein Rhomboëder noch ein rhombisches Prisma ist, obwohl, wie ich bereits bemerkte, sie den Charakter beider theilt.

Bekanntlich sind die Carbonate von Kalk, Eisen, Mangan und Zink nur *plesiomorph*, da die Winkel ihrer Rhomboëder respective  $105^{\circ} 5'$ ,  $107^{\circ}$ ,  $107^{\circ} 20'$  und  $107^{\circ} 40'$  betragen. Nun hält die rhombische Basis von Brooke's Baryto-Calcit  $106^{\circ} 54'$ , liegt also mitten in den Grenzen der Dimensionen, welche jene Carbonate annehmen. Ist es nicht wahrscheinlich, daß diese rhombische Basis, die der des Kalkspath-Rhomboëders so nahe kommt, direct von derselben abgeleitet werden könne?

Es sind für die Entstehung dieser schiefen rhombischen Form oder für ihren Zusammenhang mit der andern zwei Wege denkbar. Nehmen wir an, daß jedes der Carbonate *für sich* in dem schief rhombischen Prisma

krystallisiren könne, so haben wir drei unvereinbare Formen vom kohlensauren Kalk und zwei vom kohlensauren Baryt, und können vollkommen einsehen, warum sie, wie in unserem zusammengesetzten Minerale, in dieser Form zusammenkrystallisiren. Auch würde in dieser Voraussetzung der kohlensaure Kalk *trimorph* seyn und das Verbindungsglied zwischen zwei isodimorphen Gruppen bilden, so nämlich:

Rhomboëder.	Gerades rhombisches Prisma.	Schiefes rhombisches Prisma.
Ca C im Kalkspath	Ca C im Arragonit	Ca C im schiefen Baryto-Calcit.
Pb C im Plumbo-Calcit	Pb C im Weifsbleierz	
Fe C im Spatheisenstein	Fe C im Junckerit <sup>1)</sup>	
	Ba C im Witherit	Ba C im schiefen Baryto-Calcit.

Nehmen wir aber an, dafs in dem schiefen Baryto-Calcit der kohlensaure Kalk, wie die Dimensionen der Krystalle auf den ersten Blick andeuten könnten, seine gewöhnliche rhomboëdrische Form behalte, und dafs die prismatische Form des Witherits so abgeändert worden, dafs daraus eine intermediäre oder Zwitter-Form mit prismatischem Charakter und geringerer Schiefe ( $102^{\circ} 54'$ ) als das Rhomboëder besitzt hervorginge, so würde es jetzt noch unnöthig seyn den Witherit als *di-* und den kohlensauren Kalk als *trimorph* anzunehmen. Wie weit eine solche Combination der Gestalten möglich sey, vermag ich jetzt nicht zu untersuchen; allein wahrscheinlich ist es, dafs wir durch das Studium der Formen zusammengesetzter Mineralien, die aus der Verbindung einfacher Mineralien von bekannter Form entspringen, zuerst zu allgemeinen Schlüssen in Betreff des Zusammenhanges zwischen den Formen chemischer Verbindungen und denen ihrer elementaren Bestandtheile gelangen werden.

1) S. 661 dieses Hefts.

Es ist noch bemerkenswerth, daß der gerade rhombische Baryto-Calcit härter und schwerer ist als der schiefe, eine ähnliche Beziehung, wie sie zwischen dem Arragonit und Kalkspath stattfindet. Nehmen wir das mittlere specifische Gewicht des Kalkspaths zu 2,65, das des Witherits zu 4,3, multipliciren jedes durch das respective Atomgewicht und dividiren die Summe der Producte durch die Summe der Atomgewichte, so erhalten wir für das specifische Gewicht der zu gleichen Atomen aus beiden zusammengesetzten Verbindung die Zahl 3,707, etwas kleiner als sie für das Mineral durch den Versuch gefunden worden ist.

In einem so eben erhaltenen Briefe meldet mir Prof. Torrey in New-York, daß man zu Kingston in Ober-Canada ein Mineral, Namens Baryto-Strontianit, in bedeutender Menge gefunden habe. Nicht unwahrscheinlich ist es, daß eine Untersuchung der Form dieses zusammengesetzten Minerals zu interessanten Resultaten führen werde. Unglücklicherweise sind die von ihm mit dem Briefe abgesandten Exemplare verloren gegangen; kommt ihm dieser Aufsatz zu Gesicht, findet er vielleicht Gelegenheit mir andere zu senden.

### Nachweis zu den Kupfertafeln.

- Taf. I. Brunner. Fig. 1 bis 4 S. 30. — Jordan. Fig. 5 und 6 S. 46 — Breithaupt. Fig. 7 und 8 S. 41.  
 Taf. II. Kayser. S. 109 und 301.  
 Taf. III. Rudberg. Fig. 1 und 2 S. 257 — Pohl. Fig. 3 S. 185 — Naumann. Fig. 4 bis 10 S. 373. — Brunner. Fig. 11 S. 325. — Faraday. Fig. 12 S. 293. — Jerichau. Fig. 13 und 14 S. 613 und 617.  
 Taf. IV. Gausa. S. 547.  
 Taf. V. Quenstedt. Fig. 1 bis 7 S. 503 und 651. — Knochenhauser. Fig. 8 bis 14 S. 481.  
 Taf. VI. Wheatstone. Fig. 1 bis 10 S. 464. — Beirich. Fig. 11 bis 16 S. 519. — Böttger. Fig. 17 S. 497.



# Meteorologische Beobachtungen, angestellt in Berlin. — Januar 1835.

Tag.	Barometer bei 0° R.			Thermograph.		Thermometer R.			Wind.			Wetter.		
	9 U.	12 U.	3 U.	Min.	Max.	9 U.	12 U.	3 U.	9 U.	12 U.	3 U.	9 U.	12 U.	3 U.
1	36,76	36,68	36,65	+ 3,9	+ 7,3	+ 6,3	+ 7,7	+ 7,1	W.	SW.	SV.	bd.	v.	bd.
2	41,72	42,45	43,13	+ 2,1	+ 0,9	+ 1,3	+ 0,8	+ 0,8	NNW.	NNW.	NNW.	ht.	ht.	ht.
3	43,70	43,47	43,12	+ 1,4	+ 1,6	+ 0,1	+ 0,7	+ 1,6	W.	W.	W.	Nbl.	n.	bd.
4	43,50	43,59	43,67	+ 0,8	+ 3,2	+ 2,6	+ 2,7	+ 3,0	W.	still	S.	Nbl.	bd.	bd.
5	44,37	44,27	44,07	+ 1,2	+ 0,6	+ 1,2	+ 0,1	+ 0,3	SO.	SO.	SSO.	ht.	ht.	ht.
6	44,40	43,85	43,53	+ 2,7	+ 0,3	+ 2,5	+ 0,9	+ 0,7	S.	S.	S.	ht.	ht.	ht.
7	41,24	40,59	40,09	+ 5,6	+ 1,5	+ 5,0	+ 2,8	+ 1,8	W.	W.	W.	Nbl.	n.	bd.
8	38,40	38,23	38,29	+ 5,5	+ 3,5	+ 4,9	+ 4,1	+ 3,5	NNW.	W.	W.	ht.	ht.	bd.
9	36,09	34,58	33,89	+ 4,2	+ 1,7	+ 2,7	+ 1,0	+ 1,7	SSO.	S.	S.	Nbl.	n.	bd.
10	29,95	30,73	31,41	+ 0,7	+ 3,9	+ 2,2	+ 3,5	+ 3,3	SW.	W.	W.	bd.	v.	v.
11	33,51	33,94	34,27	+ 0,5	+ 1,4	+ 0,7	+ 1,2	+ 1,2	W.	W.	W.	bd.	bd.	bd.
12	33,52	37,00	37,52	+ 1,2	+ 0,1	+ 1,0	+ 0,2	+ 0,7	W.	NNW.	NNW.	bd.	ht.	ht.
13	39,10	38,65	38,16	+ 5,5	+ 1,7	+ 5,4	+ 3,1	+ 1,8	SO.	O.	O.	ht.	ht.	ht.
14	34,51	34,24	33,70	+ 3,6	+ 2,2	+ 2,2	+ 0,3	+ 1,1	SO.	S.	S.	bd.	bd.	bd.
15	33,56	33,58	33,64	+ 0,2	+ 3,6	+ 1,2	+ 2,6	+ 3,1	S.	S.	S.	bd.	v.	ht.
16	33,36	32,45	31,00	+ 0,9	+ 5,2	+ 2,6	+ 4,1	+ 5,2	SSW.	S.	S.	bd.	bd.	ht.
17	30,16	30,49	31,10	+ 1,8	+ 3,1	+ 2,5	+ 2,7	+ 2,5	W.	W.	W.	v.	v.	v.
18	35,38	35,83	35,29	+ 0,1	+ 0,7	+ 0,1	+ 0,3	+ 0,1	W.	NNW.	W.	v.	v.	v.
19	32,74	31,08	29,97	+ 3,0	+ 0,5	+ 0,8	+ 0,4	+ 0,5	O.	O.	S.	bd.	bd.	bd.
20	30,26	30,21	30,57	+ 0,0	+ 2,7	+ 2,2	+ 2,6	+ 2,4	W.	NNW.	W.	bd.	ht.	bd.

# (Januar 1835.)

Tag.	Barometer bei 0° R.			Thermograph.		Thermometer R.			Wind.			Wetter.		
	9 U.	12 U.	3 U.	Min.	Max.	9 U.	12 U.	3 U.	9 U.	12 U.	3 U.	9 U.	12 U.	3 U.
21	36,31	36,96	37,72	- 0,2	+ 0,6	+ 3,0	+ 0,6	0,0	N.	NNW.	N.	bd.	ht.	bd.
22	39,24	39,32	39,41	- 3,4	- 1,5	- 3,0	- 2,5	- 2,1	N.	VV.	VV.	v.	v.	v.
23	40,83	40,73	40,48	- 6,1	- 0,3	- 5,5	- 2,1	- 0,3	SSW.	SW.	SW.	bd.	v.	bd.
24	38,23	37,36	36,43	- 2,2	+ 0,5	- 0,6	+ 0,2	+ 0,5	S.	SW.	SW.	bd.	bd.	bd.
25	37,05	36,80	36,62	+ 0,2	+ 3,8	- 3,2	+ 3,5	- 3,8	VV.	VV.	VV.	bd.	bd.	bd.
26	37,43	36,88	36,85	- 3,4	+ 6,3	- 4,5	+ 5,1	- 5,8	VV.	NNW.	NNW.	bd.	bd. r.	bd. r.
27	38,93	39,01	39,04	- 4,7	+ 5,8	- 5,5	+ 6,0	- 5,7	VV.	VV.	VV.	bd.	bd.	bd.
28	40,84	41,04	40,65	- 4,3	+ 5,3	- 4,2	+ 5,0	- 4,7	VV.	VV.	VV.	ht.	ht.	ht.
29	38,67	38,42	37,91	- 0,8	+ 4,2	- 0,1	+ 2,1	+ 3,5	SW.	SW.	VV.	bd. n.	bd. n.	bd. n.
30	38,13	38,06	38,08	- 1,3	+ 0,8	- 0,1	+ 0,6	- 0,7	VV.	VV.	VV.	bd.	bd.	bd.
31	39,05	39,07	38,95	- 0,7	+ 1,2	- 0,2	+ 0,7	+ 1,2	SO.	SO.	SO.	bd.	bd.	bd.
	40,013	39,844	39,753	- 1,31	+ 1,39	- 0,40	+ 0,77	+ 1,18	Mittel vom 1 bis 10					
	33,910	33,747	33,522	- 1,02	+ 1,79	- 0,09	+ 0,98	+ 1,36	-	-	11 - 20			
	38,610	38,514	38,376	- 0,17	+ 2,43	- 0,84	+ 1,75	+ 2,14	-	-	21 - 31			
	37,547	37,405	37,249	- 0,92	+ 1,88	- 0,22	+ 1,19	+ 1,58	-	-	1 - 31			

## Erläuterungen.

ht. ht. = ganz heiter; ht. = heiter; w. = wolkig; v. = vermisch; bd. = bedeckt; t. = trübe; n. = neblig;  
 N. = Nebel; r. = regnigt; R. = Regen; Sn. = Schnee; Rf. = Reif; St. = Sturm; st. = stürmisch; G. = Ge-  
 witter; Gw. = Gewitterwolken; H. = Hagel. — Höhe des Barometers über dem Straßenniveau = 42  
 Par. Fufs. — Angabe seines Standes, der Ueberschufs über 300 Par. Lin.

# Meteorologische Beobachtungen, angestellt in Berlin. — Februar 1835.

Tag.	Barometer bei 0° R.				Thermograph.		Thermometer R.			Wind.			Wetter.		
	9 U.	12 U.	3 U.		Min.	Max.	9 U.	12 U.	3 U.	9 U.	12 U.	3 U.	9 U.	12 U.	3 U.
1	41,05	41,19	41,75	—	1,9	0,6	—	0,5	—	W.	W.	W.	bd.	bd.	bd.
2	41,09	40,40	39,68	—	1,2	3,3	—	0,4	—	S.	S.	S.	Nbl.	bd.	bd.
3	37,54	37,30	37,01	—	1,5	5,8	—	5,0	—	W.	W.	W.	bd. st.	bd. st.	bd. r.
4	36,69	36,55	37,06	—	4,2	7,1	—	6,0	—	WNW.	WNW.	W.	bd.	bd.	bd.
5	37,47	36,69	34,71	—	3,9	7,5	—	5,9	—	W.	W.	W.	bd.	bd.	bd.
6	30,15	29,34	29,99	—	0,1	3,4	—	0,8	—	W.	W.	NNW.	v.	bd.	bd.
7	33,59	34,32	33,32	—	0,3	0,1	—	0,5	—	WSW.	WSW.	SW.	v.	bd.	bd.
8	29,70	29,27	29,44	—	0,7	6,0	—	5,7	—	W.	W.	SW.	v. st.	bd. R. st.	v.
9	30,20	30,45	30,37	—	0,5	2,7	—	1,5	—	W.	NW.	SW.	bd.	bd. r.	ht.
10	33,18	34,00	35,01	—	0,4	2,3	—	0,5	—	W.	W.	W.	bd.	v.	bd.
11	40,64	40,04	40,96	—	1,5	2,0	—	0,5	—	NW.	W.	SW.	bd.	bd.	v.
12	38,58	38,22	37,77	—	0,4	2,9	—	1,0	—	SW.	SW.	SW.	bd.	bd.	bd.
13	36,06	35,92	35,19	—	0,2	4,1	—	0,9	—	W.	W.	NNW.	bd. r.	bd.	v.
14	33,58	33,79	34,21	—	1,7	0,9	—	0,4	—	NNW.	WNW.	N.	ht.	ht.	ht.
15	34,90	34,73	34,49	—	4,5	0,7	—	2,9	—	SSO.	SSO.	SSO.	ht. ht.	ht. ht.	ht.
16	33,58	33,73	33,62	—	4,1	0,1	—	2,9	—	SO.	OSO.	O.	ht. ht.	ht. ht.	ht.
17	34,69	34,72	34,60	—	3,5	0,8	—	2,4	—	SO.	SO.	OSO.	v.	v.	bd.
18	35,13	35,09	34,88	—	0,7	2,6	—	0,4	—	SO.	SO.	SSO.	bd.	bd.	bd.
19	34,07	33,49	33,43	—	1,1	3,8	—	0,4	—	SO.	SO.	SO.	ht.	ht.	bd.
20	32,07	31,16	30,49	—	0,7	4,7	—	1,1	—	SO.	S.	SSO.	ht. ht.	ht. ht.	bd. r.

# (Februar 1835.)

Tag.	Barometer bei 0° R.			Thermograph.		Thermometer R.			Wind.			Wetter.		
	9 U.	12 U.	3 U.	Min.	Max.	9 U.	12 U.	3 U.	9 U.	12 U.	3 U.	9 U.	12 U.	3 U.
21	27,48	26,11		0,0	+ 5,0	+ 2,1	+ 3,3	+ 4,4	S.	SVV.	SVV.	bd. r.	bd. r.	bd.
22	31,67	32,51	32,76	+ 0,1	+ 4,4	+ 2,2	+ 3,2	+ 4,2	VV.	VV.	VV.	ht.	bd. v.	bd.
23	30,70	29,27	28,61	+ 0,2	+ 4,7	+ 1,6	+ 2,7	+ 4,7	SSO.	S.	SSVV.	bd. r.	bd. R.	v.
24	30,29	30,92	31,11	+ 3,8	+ 5,3	+ 4,0	+ 4,2	+ 5,0	SVV.	VV.	VV.	bd.	bd.	bd.
25	35,05	35,26	35,31	+ 2,0	+ 6,0	+ 2,8	+ 4,4	+ 5,8	VV.	VV.	SVV.	bd.	v.	bd.
26	31,44	31,13	30,44	+ 2,5	+ 8,7	+ 5,0	+ 6,7	+ 8,7	S.	SVV.	SVV.	v.	bd.	bd.
27	32,11	31,87	31,53	+ 1,8	+ 9,4	+ 5,0	+ 8,2	+ 9,0	SVV.	SVV.	SVV.	v.	ht.	v.
28	31,52	31,84	31,72	+ 3,2	+ 8,0	+ 5,0	+ 7,5	+ 7,0	SVV.	SVV.	SVV.	ht.	bd.	bd.
Mittel vom 1 bis 10														
	35,066	34,951	34,834	+ 0,71	+ 3,88	+ 2,50	+ 2,91	+ 3,58	-	-	-	-	-	-
	35,330	35,089	34,964	+ 1,84	+ 2,26	+ 0,59	+ 1,28	+ 1,88	-	-	-	-	-	-
	31,283	31,114	31,640	+ 1,70	+ 6,44	+ 3,46	+ 5,02	+ 6,12	-	-	-	-	-	-
	34,079	33,904	34,054	+ 0,07	+ 4,03	+ 1,67	+ 2,93	+ 4,05	-	-	-	-	-	-

Erläuterungen. ht. ht. = ganz heiter; ht. = heiter; w. = wolkig; v. = vermischt; bd. = bedeckt; t. = trübe; n. = neblig; N. = Nebel; r. = regnet; R. = Regen; Sn. = Schnee; Rf. = Reif; St. = Sturm; st. = stürmisch; G. = Gewitter; Gw. = Gewitterwolken; H. = Hagel. — Höhe des Barometers über dem Straßensplaster = 42 Par. Fufs. — Angabe seines Standes, der Ueberschufs über 300 Par. Lin.

# Meteorologische Beobachtungen, angestellt in Berlin. — März 1835.

Tag.	Barometer bei 0° R.			Thermograph.			Thermometer R.			Wind.			Wetter.		
	9 U.	12 U.	3 U.	Min.	Max.		9 U.	12 U.	3 U.	9 U.	12 U.	3 U.	9 U.	12 U.	3 U.
1	33,03	33,03	33,10	1,3	5,9	+	1,7	4,1	5,7	W.	W.	W.	ht. ht.	ht.	ht.
2	37,00	37,11	36,83	2,1	4,3	+	0,2	3,6	4,2	N.	NW.	W.	ht. ht.	v.	ht.
3	29,94	27,87	27,21	0,4	5,0	+	2,8	4,2	3,5	SW.	SW.	W.	bd. Sch. R.	bd. r.	bd. r.
4	30,05	30,73	30,73	0,5	4,4	+	2,5	3,5	1,7	W.	SW.	NW.	bd. st.	v.	v.
5	29,19	31,25	32,20	0,5		+	0,5	1,8	2,0	N.	NNW.		bd.	v.	v.
6	30,96	28,83	27,52	1,6	0,0	—	0,6	0,2	0,0	S.	S.	S.	bd.	Sn.	Sn.
7	29,68	29,85	29,02	0,3	4,9	+	1,2	2,0	4,7	W.	W.	W.	bd.	bd. r.	bd.
8	27,65	28,02	28,43	0,6		+	3,6	6,0	5,4	SW.	SW.	SW.	bd.	v.	v.
9	32,93	32,77	32,77	1,5	7,0	+	1,5	5,0	5,2	W.	W.	W.	bd. r.	v.	ht.
10	31,26	31,76	32,53	0,0	6,1	+	0,5	1,8	5,0	SO.	S.	S.	bd. Sn.	bd.	bd. n.
11	38,01	37,87	37,66	0,8	6,7	+	1,6	5,8	6,3	SW.	S.	S.	ht.	ht.	ht.
12	37,65	37,87	37,85	1,8	8,1	+	3,7	5,7	8,1	SW.	SW.	SW.	bd.	bd. t.	bd.
13	37,62	37,60	37,28	4,0	10,8	—	6,5	9,7	10,8	S.	S.	S.	bd.	ht.	ht.
14	39,34	39,29	39,07	2,8	6,2	+	4,1	5,2	5,3	N.	NW.	NW.	bd.	bd.	bd.
15	36,21	35,57		2,5	9,0	+	6,5	7,8		W.	W.	W.	bd.	bd.	bd.
16	33,63	34,40	34,50	1,6	5,6	+	1,6	3,4	4,5	NW.	NNW.	NW.	bd. R.	bd.	bd. r.
17	33,42	33,68	33,61	1,5	5,0	+	2,5	4,3	4,5	S.	NW.	N.	bd.	bd.	ht.
18	35,51	35,86	36,24	0,3	2,6	+	1,8	2,5	1,8	NO.	NO.	NO.	bd.	bd.	bd.
19	38,53	38,86	38,94	0,0	3,5	+	2,6	3,6	3,2	NW.	NW.	NNW.	bd.	bd.	bd.
20	40,79	40,77	40,65	1,0	6,0	—	2,3	5,3	5,3	N.	WNW.	N.	bd.	v.	bd.

(März 1835.)

Tag	Barometer bei 0° R.			Thermograph.			Thermometer R.			Wind.			Weiter.		
	9 U.	12 U.	3 U.	Min.	Max.		9 U.	12 U.	3 U.	9 U.	12 U.	3 U.	9 U.	12 U.	3 U.
21	40,41	40,21	39,90	+ 0,9	5,2			3,3	+ 4,6	N.	N.	NO.	bd.	v.	bd.
22	39,23	39,24		+ 0,6	5,2			2,8	+ 3,7	NO.	NO.	NNW.	v.	v.	bd.
23	39,65	39,54	39,22	+ 0,8	5,3			3,2	+ 4,7	SO.	NNV.	NNO.	bd. n.	bd.	bd.
24	39,93	40,08	40,06	+ 0,6	3,8			2,6	+ 3,3	NO.	NO.	NNV.	v.	bd.	ht.
25	40,13	40,60	40,14	+ 3,2	4,5			1,0	+ 4,1	NNV.	VV.	NNV.	ht. ht.	ht.	bd.
26	37,78	37,59	36,96	+ 2,1	5,6			4,7	+ 5,6	NNV.	VV.	NNV.	bd.	bd.	ht.
27	35,99	35,80	35,77	+ 2,0	5,7			3,0	+ 2,8	NNV.	NNV.	NNV.	ht.	v.	v.
28	36,10	36,05	35,59	+ 0,6	4,7			1,7	+ 1,1	NNV.	NNV.	NNV.	ht. ht.	ht.	ht.
29	37,71	38,02	37,96	+ 2,0	4,6			1,1	+ 4,5	N.	OSO.	OSO.	ht.	ht.	ht.
30	36,83	36,29	35,75	+ 2,0	7,0			1,3	+ 5,2	SO.	S.	SSW.	ht.	ht.	ht.
31	34,81	34,81	34,65	+ 0,8	11,2			4,7	+ 9,3	SW.	VV.	VV.	ht.	ht.	ht.
	31,17	31,12	31,03	+ 0,09	4,67			1,51	+ 3,22	Mittel vom 1 bis 10					
	37,07	37,18	37,31	+ 1,31	6,35			3,32	+ 5,33	-	-	11 - 20			
	38,55	38,38	37,60	+ 0,25	5,71			2,67	+ 4,32	-	-	21 - 31			
	35,52	35,65	35,25	+ 0,39	5,58			2,51	+ 4,29	-	-	1 - 31			

Erläuterungen.

ht. ht. = ganz heiter; ht. = heiter; w. = wolkig; v. = vermisch; bd. = bedeckt; t. = trübe; n. = neblig;  
 N. = Nebel; r. = regnet; R. = Regen; Sn. = Schnee; Rf. = Reif; St. = Sturm; st. = stürmisch; G. = Ge-  
 witter; Gw. = Gewitterwolken; H. = Hagel. — Höhe des Barometers über dem Strafenpaster = 42  
 Par. Fuß. — Angabe seines Standes, der Ueberschuß über 300 Par. Lin.

# Meteorologische Beobachtungen, angestellt in Berlin. — April 1835.

Tag.	Barometer bei 0° R.			Thermograph.			Thermometer R.			Wind.			Wetter.		
	9 U.	12 U.	3 U.	Min.	Max.		9 U.	12 U.	3 U.	9 U.	12 U.	3 U.	9 U.	12 U.	3 U.
1	34,68	34,86	35,40	4,6	9,5	+	5,5	8,5	8,0	SW.	W.	NW.	bd. r.	bd. r.	bd. r.
2	38,13	37,53	36,59	1,0	14,7	+	4,4	8,2	13,5	SO.	SSO.	S.	bd.	bd.	ht.
3	34,51	34,03	33,81	5,6	17,1	+	11,2	14,7	16,9	SW.	SSW.	SW.	l. bd.	l. bd.	l. bd.
4	35,65	37,05	37,49	2,4	4,6	+	2,5	3,5	4,5	N.	N.	N.	bd. r.	bd.	bd.
5	38,82	38,96	39,16	0,0	6,2	+	2,7	5,6	5,7	NW.	NNW.	NW.	ht.	ht.	v.
6	41,91	41,61	41,44	1,2	6,1	+	2,6	5,2	5,5	SO.	O.	SSW.	ht.	ht.	v.
7	42,34	42,09	41,96	0,9	9,1	+	3,5	6,5	8,6	SO.	SO.	S.	ht.	ht.	v.
8	40,98	40,41	39,95	1,9	13,4	+	7,0	11,0	13,3	S.	SW.	SW.	ht.	ht.	ht.
9	37,19	36,57	35,51	4,0	15,2	+	9,5	14,0	14,5	SW.	W.	W.	ht.	ht.	v.
10	32,01	33,18	33,53	5,7	7,8	+	6,9	7,5	7,7	NW.	NW.	W.	bd.	v.	v.
11	34,55	35,23	35,20	1,0	7,8	+	3,7	5,7	7,7	NW.	NW.	NW.	v.	v.	v.
12	36,97	36,92	37,08	1,2	7,5	+	3,6	5,8	7,0	NW.	NNW.	NNW.	v.	ht.	bd.
13	37,81	37,70	37,58	4,2	9,8	+	6,1	9,1	9,3	W.	W.	NW.	bd.	v.	bd.
14	38,45	37,99	37,63	2,8	12,7	+	8,1	11,3	12,6	W.	SW.	W.	ht.	ht.	ht.
15	35,25	34,47	33,72	5,4	14,7	+	10,1	13,4	14,7	S.	NW.	NW.	ht. ht.	ht.	ht.
16	32,80	32,91	32,89	2,4	5,7	+	2,5	2,7	5,7	N.	NW.	W.	bd. r.	bd. r.	bd. r.
17	34,49	34,61	34,35	0,6	5,5	+	3,5	3,8	5,0	SW.	SW.	W.	v.	st.	v.
18	34,43	34,13	33,62	0,3	5,5	+	1,7	4,0	4,7	W.	W.	W.	v.	v.	ht.
19	31,87	33,58	24,93	0,2	6,3	+	0,7	4,7	5,8	NO.	NO.	NO.	bd.	v.	v.
20	40,62	40,96	41,04	1,0	7,5	+	3,4	5,7	4,8	N.	N.	N.	ht.	v.	v.

# (April 1835.)

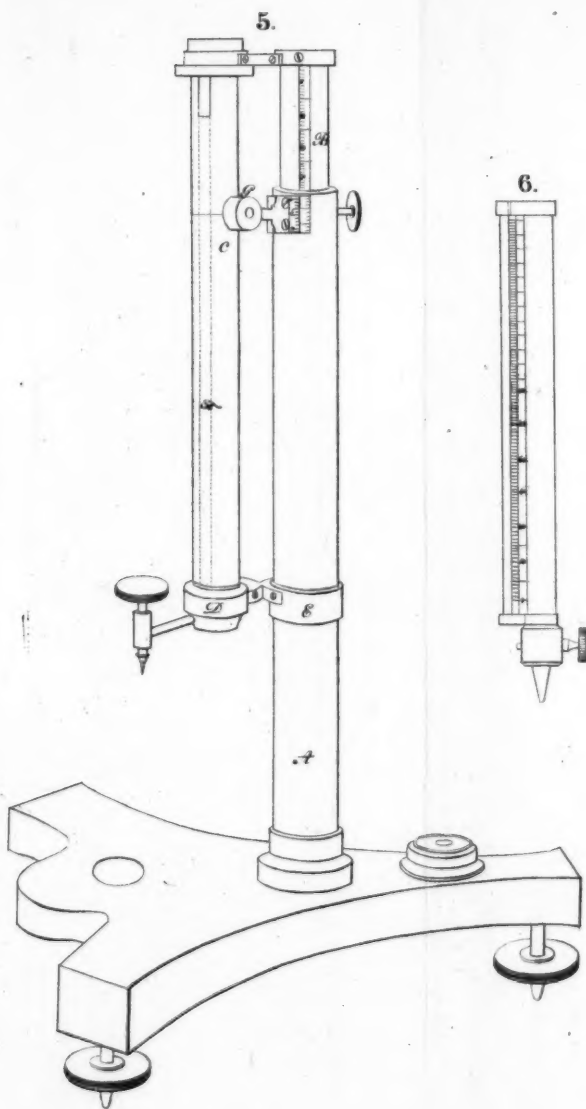
Tag.	Barometer bei 0° R.			Thermograph.		Thermometer R.			Wind.			Wetter.		
	9 U.	12 U.	3 U.	Min.	Max.	9 U.	12 U.	3 U.	9 U.	12 U.	3 U.	9 U.	12 U.	3 U.
21	40,78	40,45	40,14	1,6	10,0	4,3	7,7	9,2	SVV.	WNW.	NW.	bd. r.	bd.	bd.
22	39,69	39,53	39,21	6,0	9,8	7,0	7,7	9,5	W.	W.	W.	bd. r.	bd. r.	bd.
23	39,14	38,54	38,18	2,7	8,8	6,1	7,9	8,5	N.	NW.	NW.	ht.	ht.	ht.
24	37,20	37,15	36,88	3,5	8,9	4,5	6,9	8,8	O.	O.	N.	bd. r.	bd.	ht.
25	35,66	34,41	33,89	0,4	10,5	7,5	9,1	8,4	SSVV.	SVV.	SVV.	ht.	w.	w.
26	30,94	31,13	31,11	3,5	5,9	1,7	2,0	5,5	NW.	NNW.	NW.	bd. R.	bd. r.	v.
27	31,63	32,32	32,48	3,6	8,5	4,8	6,4	6,6	NW.	W.	W.	v.	v.	v.
28														
29														
30														
	37,66	37,62	37,48	2,31	10,37	5,58	6,47	9,82	Mittel vom 1 bis 10					
	35,72	35,85	35,80	1,53	8,30	4,34	6,62	7,73	-	-	11 - 20			
	36,44	36,22	35,99	3,04	8,91	5,13	6,81	8,07	-	-	21 - 27			
	36,63	36,60	36,49	2,21	9,23	5,04	6,62	8,59	-	-	1 - 27			

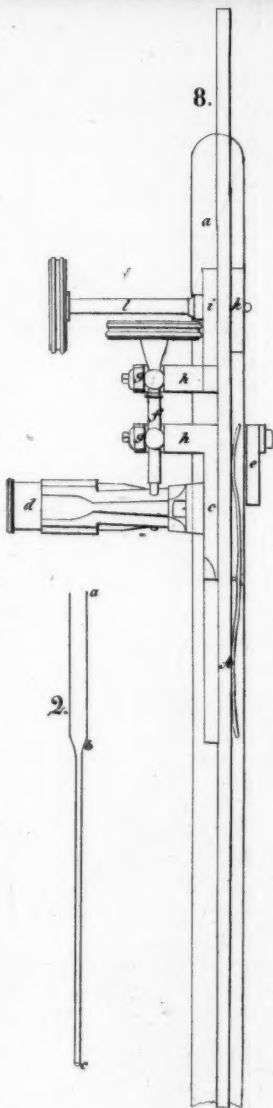
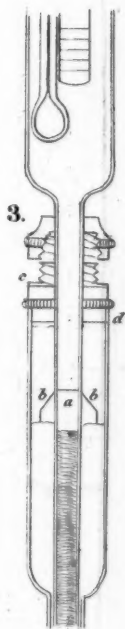
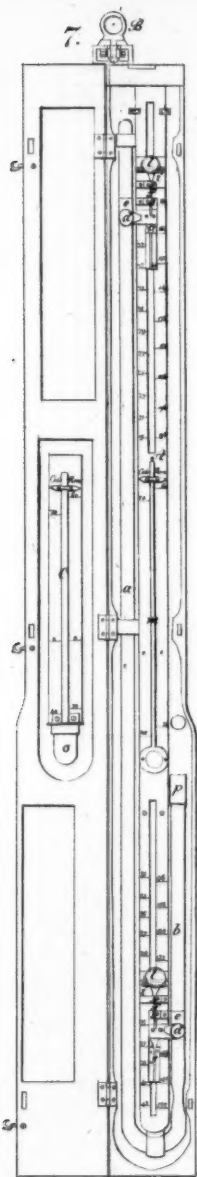
## Erläuterungen.

ht. ht. = ganz heiter; ht. = heiter; w. = wollig; v. = vermehrt; t. = trübe; n. = neblig;  
N. = Nebel; r. = regnet; R. = Regen; Sn. = Schnee; Rf. = Reif; St. = Sturm; st. = stürmisch; G. = Ge-  
witter; Gw. = Gewitterwolken; H. = Hagel. — Höhe des Barometers über dem Stralsenpflaster = 42  
Par. Fuß. — Angabe seines Standes, der Ueberschuß über 300 Par. Lin.









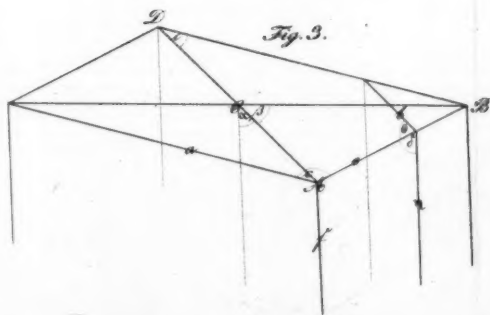
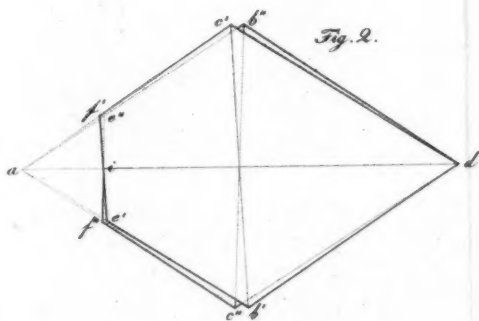
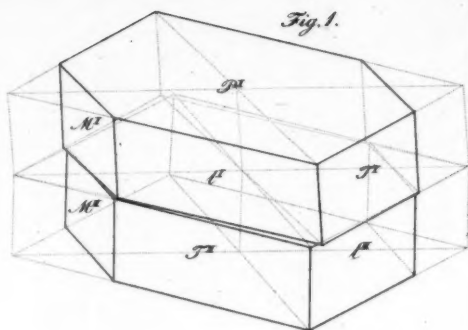


Fig. 4.

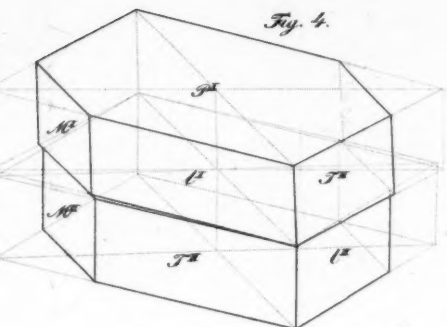


Fig. 5.

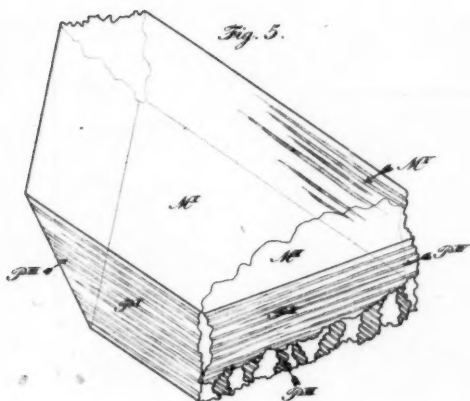
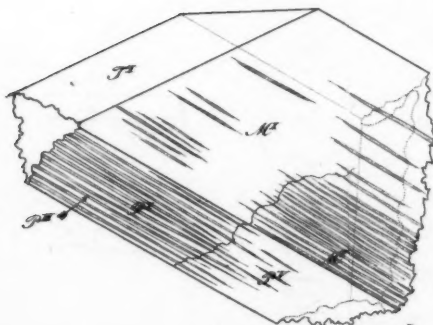


Fig.



Fig. 6.



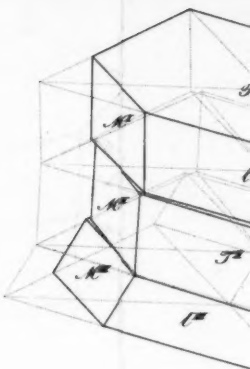


Fig. 7.

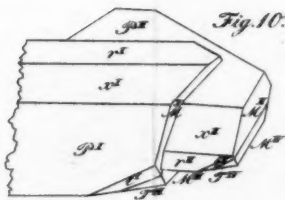
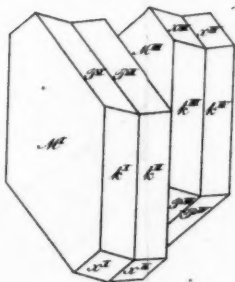


Fig. 10.

Fig. 8.

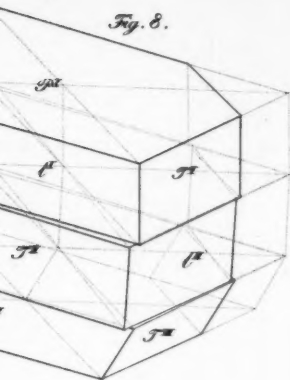


Fig. 9.

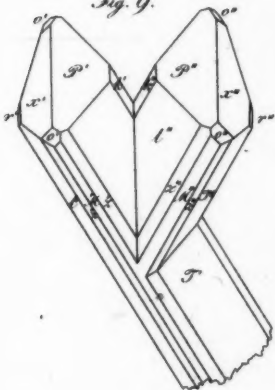


Fig. 11.

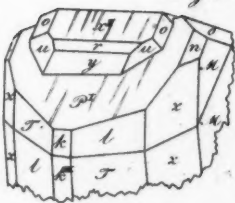
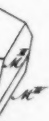
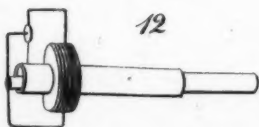
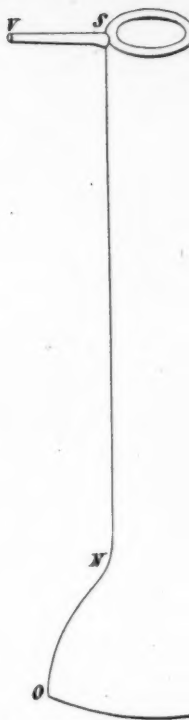
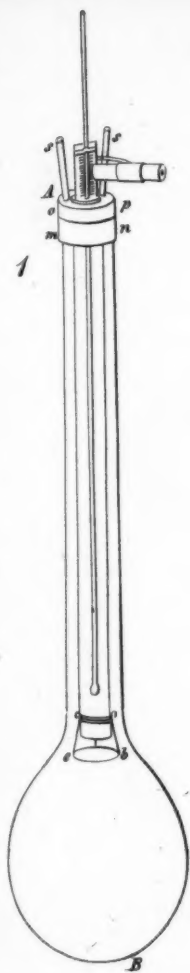
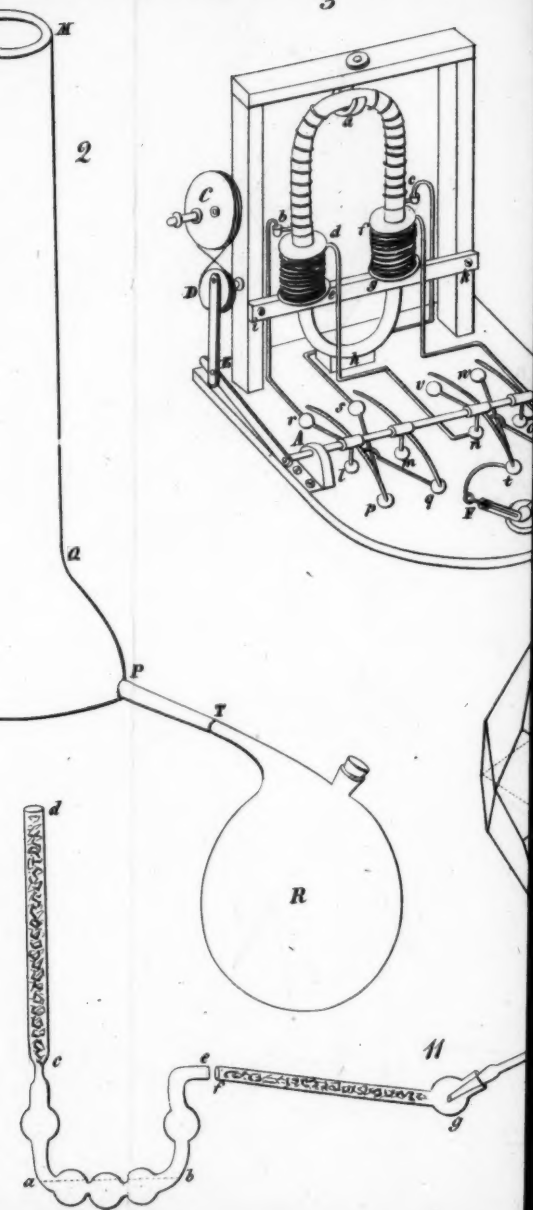


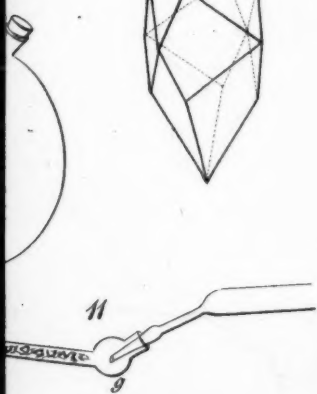
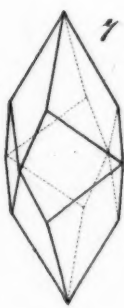
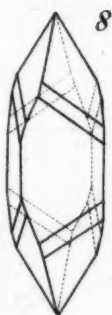
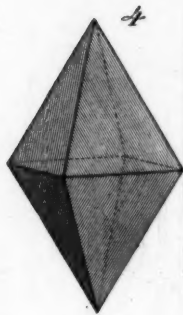
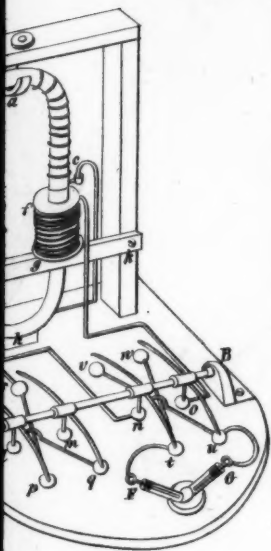
Fig. 10.

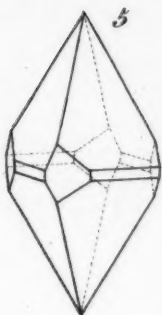




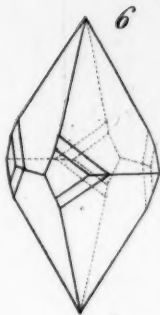




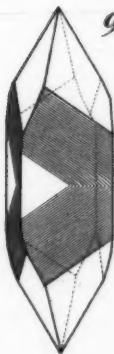




5



6



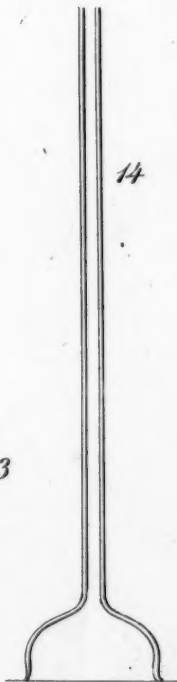
9



10



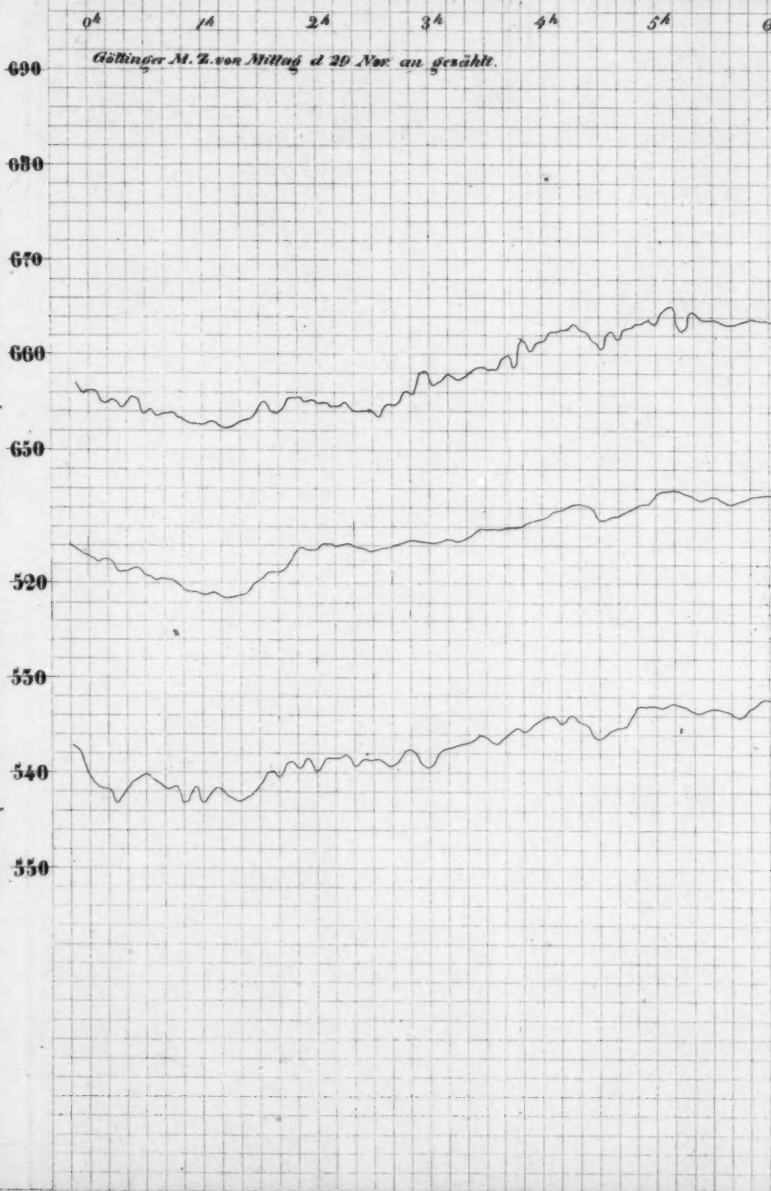
13



14

Sealenteile in Göttingen.

Sealenteile in Berlin.



# hlungen der magnetischen Variation 1834

6<sup>h</sup>

7<sup>h</sup>

8<sup>h</sup>

9<sup>h</sup>

10<sup>h</sup>

11<sup>h</sup>

12<sup>h</sup>



1834 Nov. 29 u. 30 in Göttingen Leipzig und

12<sup>h</sup>

13<sup>h</sup>

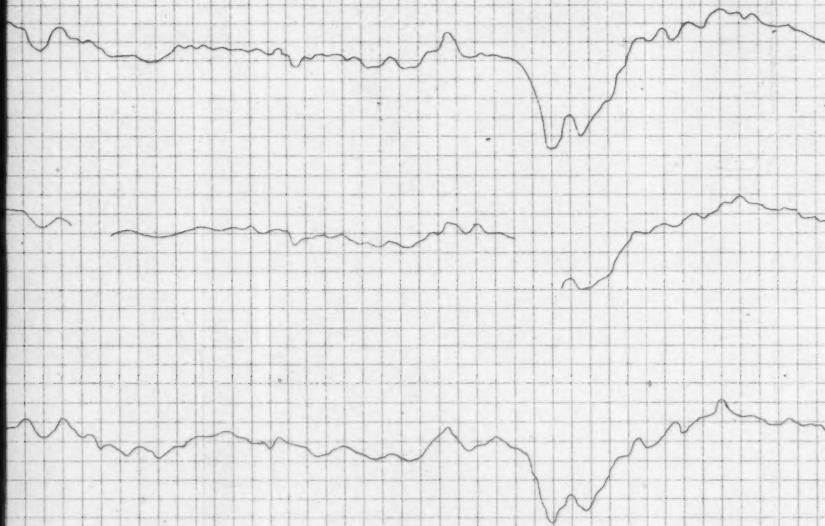
14<sup>h</sup>

15<sup>h</sup>

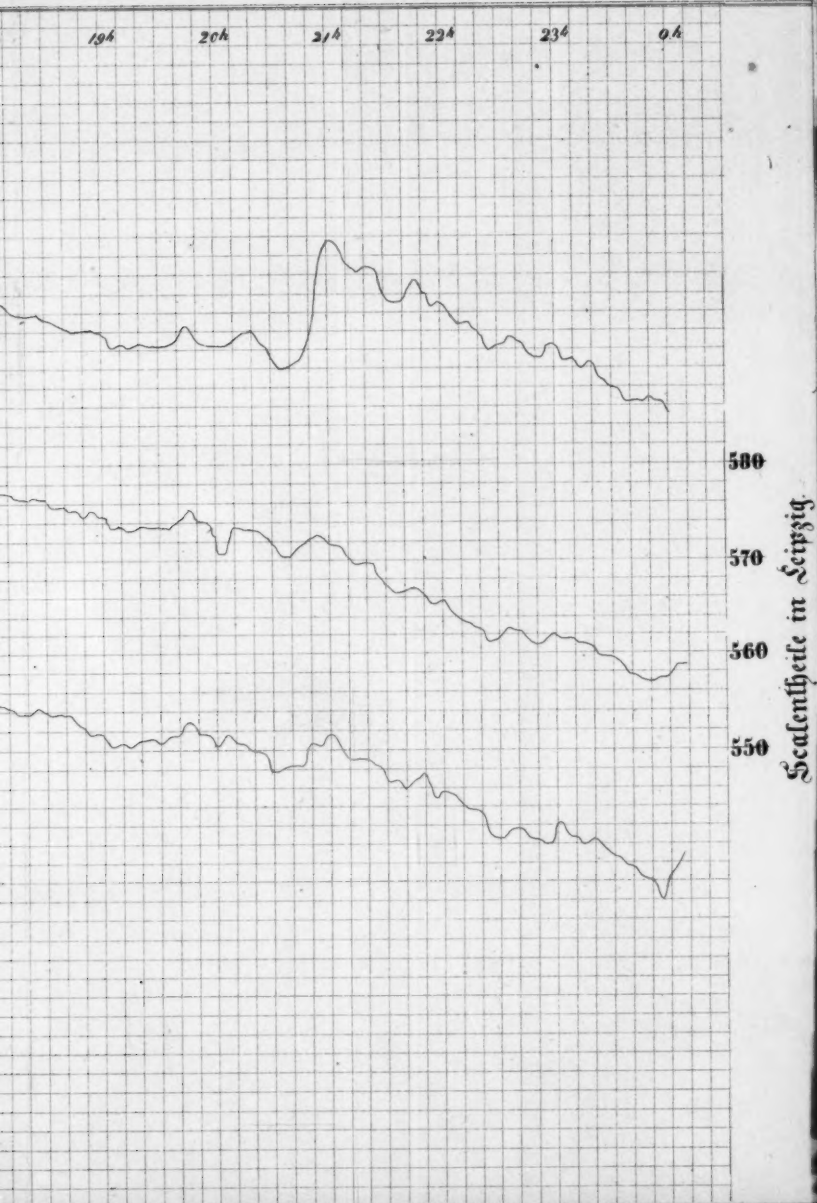
16<sup>h</sup>

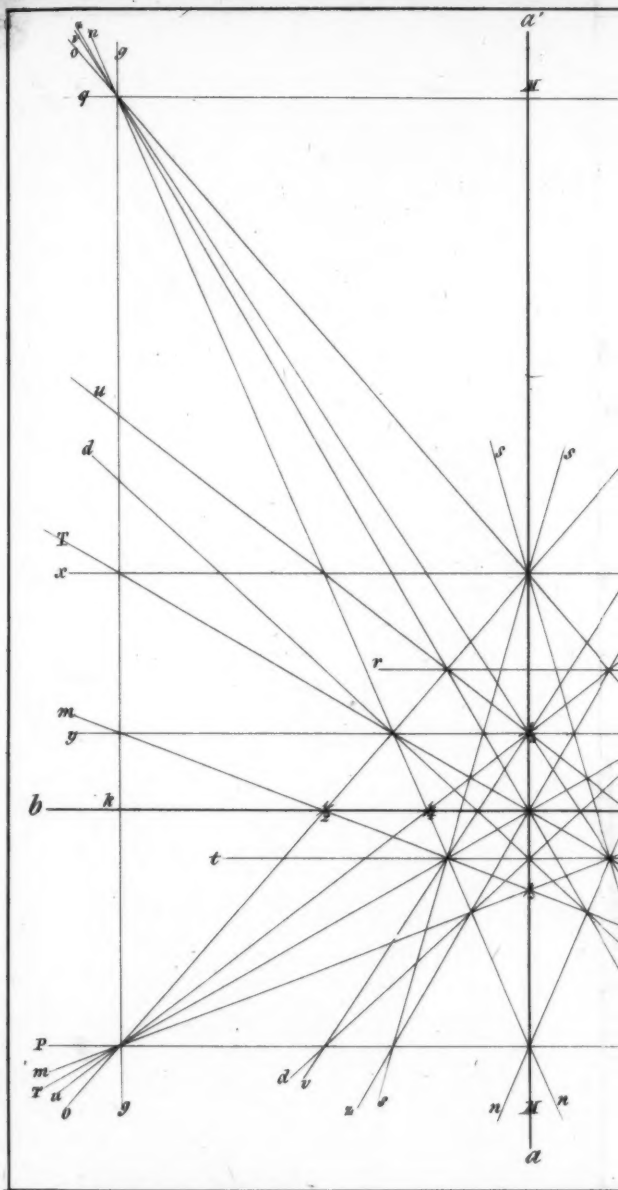
17<sup>h</sup>

18<sup>h</sup>

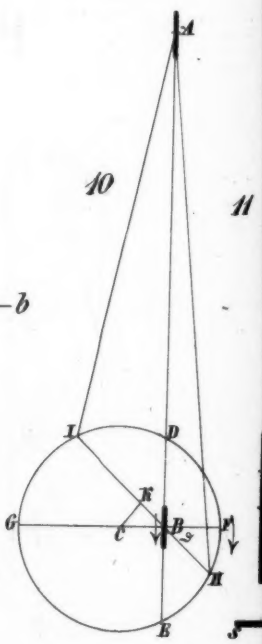
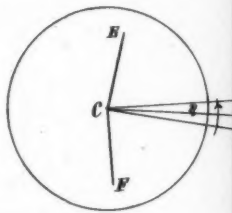
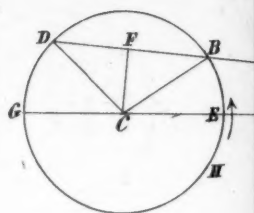
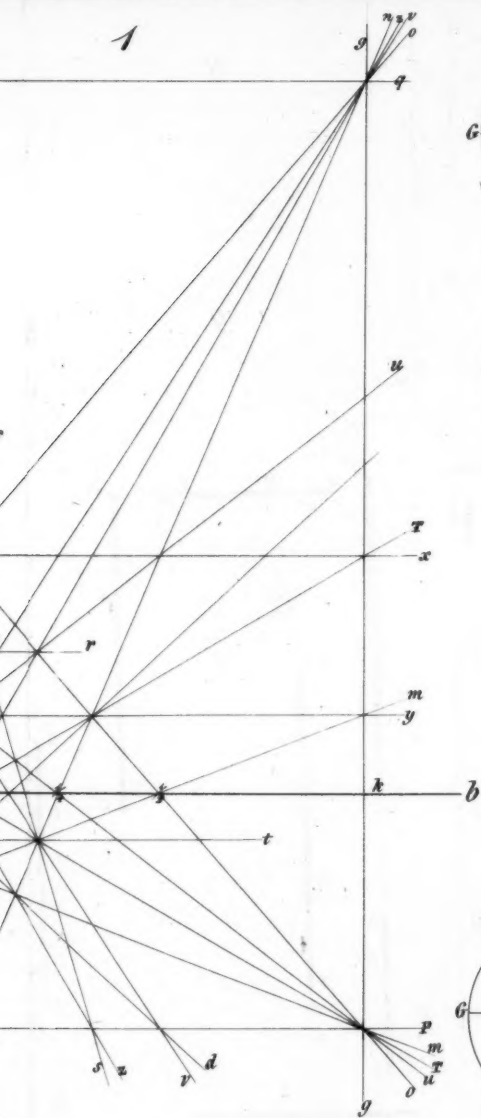


und Berlin.

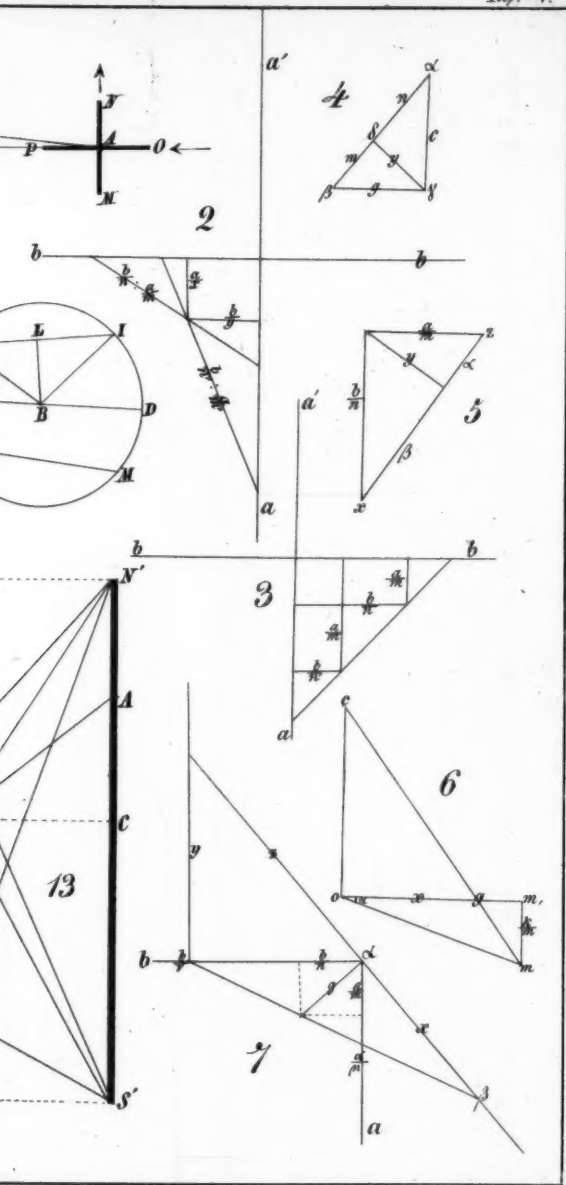


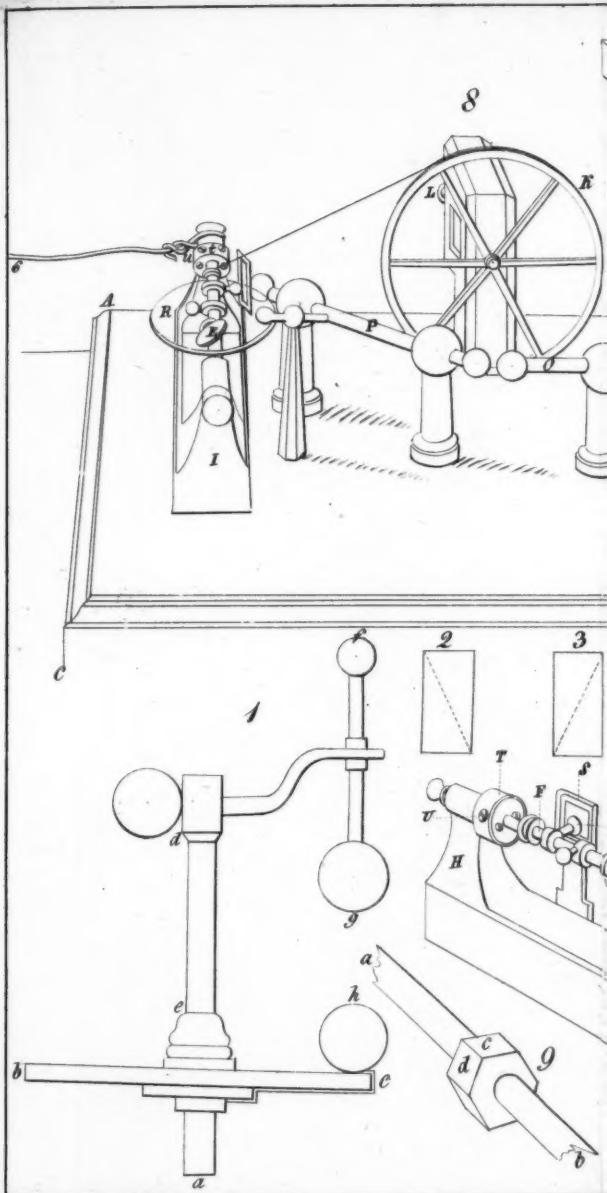


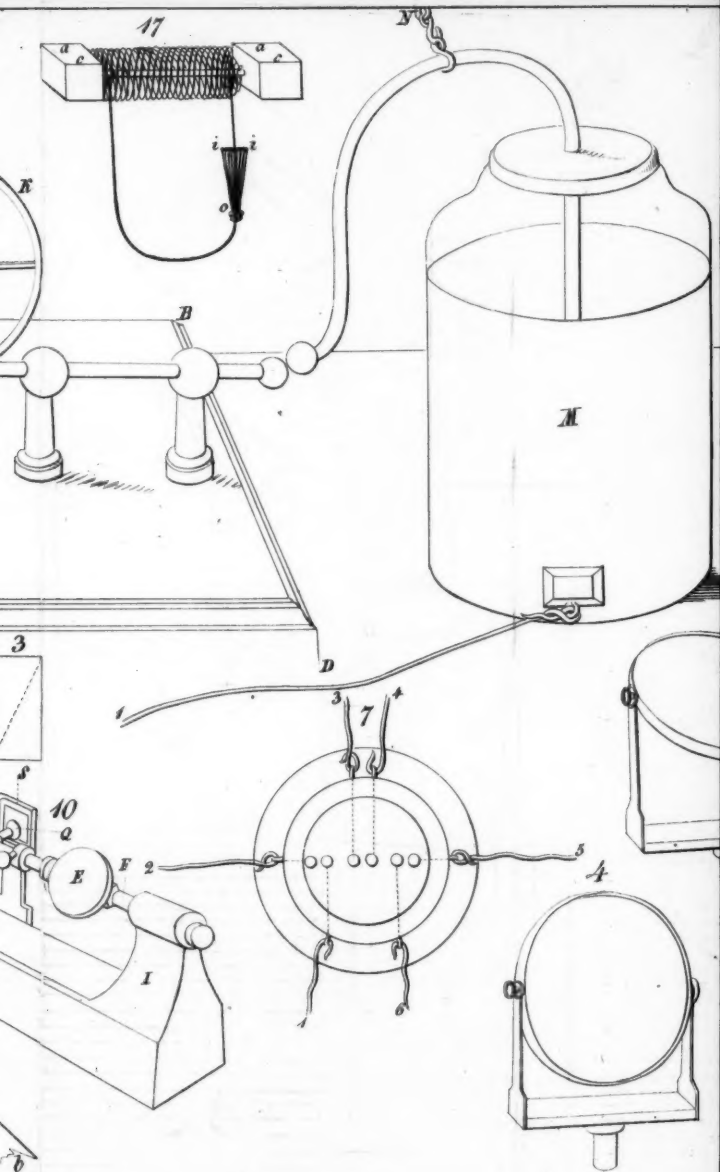


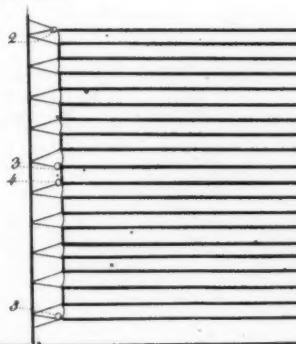
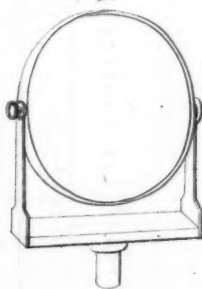
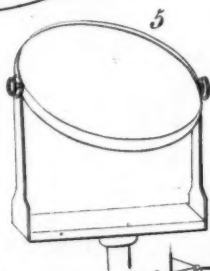
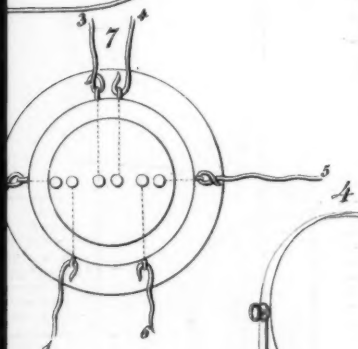
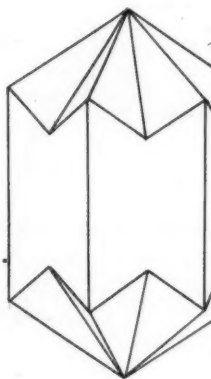
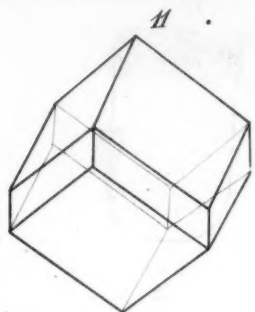
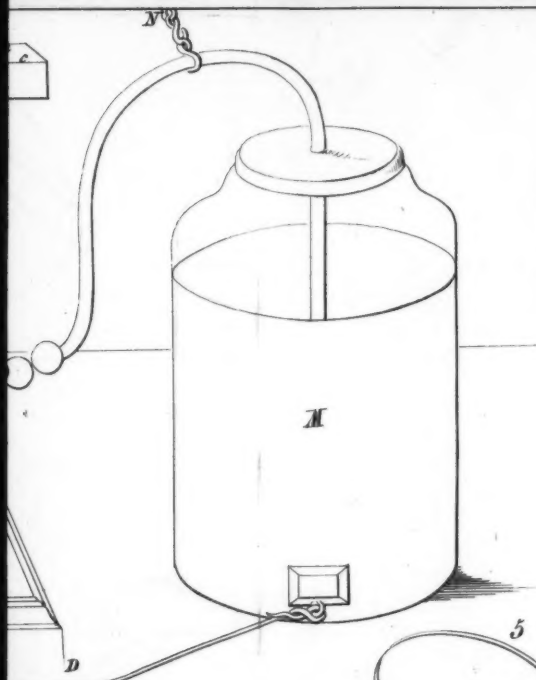




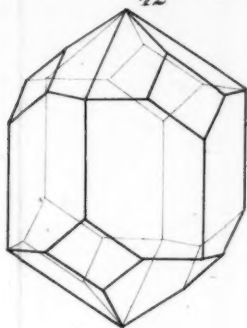




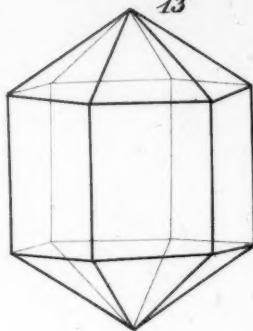




12



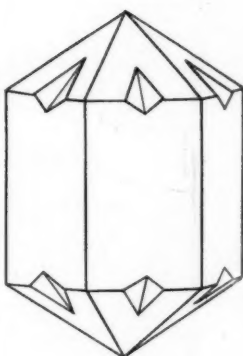
13



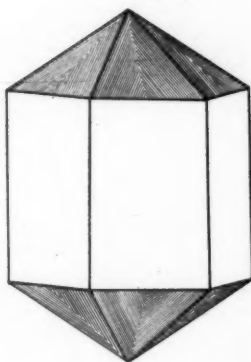
14



15



16



6

